Guia Técnico

A ajuda teórica e prática para o Instalador Eletricista

Answers for industry.

A ajuda teórica e prática para o Instalador Eletricista

Índice

Introdução

O objetivo desta publicação é contribuir com dados precisos e exemplos práticos para a solução de quaisquer tipos ou inconvenientes que possam surgir em sua atividade. Todo o conteúdo foi elaborado tendo como base as consultas realizadas com os técnicos especialistas.

Você não deve esquecer que quanto mais simples e rápido conseguir realizar seu trabalho, maiores serão seus benefícios e os de seu cliente. Do mesmo modo, quanto melhor for a qualidade dos produtos utilizados, maior será a confiabilidade da instalação. Por meio deste manual técnico, lhe oferecemos a ajuda necessária para levar adiante todos seus projetos.

Desejamos que seja uma ferramenta de grande utilidade para seu trabalho, somando-se aquelas já existentes, como nosso site na Internet, Newsletter, e Simaris à sua disposição.

O Manual Técnico para o Instalador Eletricista foi elaborado para facilitar o desenvolvimento de seu trabalho cotidiano.

As tarefas mais frequentes de um Instalador Eletricista consistem em conectar circuitos de iluminação e circuitos de motores. Para garantir que as mesmas sejam desenvolvidas de maneira confiável, é conveniente analisar as diferentes funções que as compõem, sendo todas elas importantes.

A **manobra de carga** permite que o motor funcione ou a lâmpada acenda quando for necessário.

A **proteção da carga** é a função dos aparelhos que evita que a carga seja danificada quando haja alguma falha que não está relacionada a ela.

A **proteção do circuito** é aquela que, se houver uma falta no circuito ou na carga, apesar de nossas precauções, devemos realizar para evitar que também sejam danificados ou destruídos os demais dispositivos que compõem o circuito.

Para cada uma destas funções existem determinados dispositivos

O **controle** estabelece quando e porque uma carga deve ser conectada.

O **comando** ocorre quando a manobra das cargas é manual e devemos estabelecer um vínculo entre a instalação e os operários. Quando queremos devolver informação desde a instalação, devemos então recorrer a dispositivos de comando e sinalização.

Aparelhos de manobra tais como os contatores, partidas, inversores de freqüência, disjuntores ou seccionadores, permitem que a rede seja eletricamente vinculada à carga; e conduzam a corrente para a mesma permitindo seu funcionamento.

Aparelhos de proteção: conforme sua forma de atuação protege as cargas contra as sobrecargas (disjuntor-motor ou relés de sobrecargas); os aparelhos de manobra contra os efeitos de corrente de curto-circuito (fusíveis, disjuntor-motor ou disjuntores limitadores); ou às linhas contra sobrecargas e curto-circuitos (fusíveis, disjuntores em caixa moldade e disjuntores termomagnéticos).

Aparelhos de comando: são os encarregados de vincular os aparelhos de manobra e proteção à instalação e aos operadores da mesma. Um exemplo disso são os botões e as lâmpadas de sinalização, os terminais, os sensores, etc.

Aparelhos de controle: são utilizados para realizar tarefas com sistema automático, mais ou menos complicadas, sendo seu melhor expoente os relés de tempo ou Módulos Lógicos Programáveis LOGO!.

Ao mencionar os motores, faz-se referência aos motores trifásicos assíncronos com rotor de gaiola de esquilo. Excepcionalmente também serão tratados temas relacionados a motores monofásicos e assíncronos com rotor em curto-circuito.

1 Motores Trifásicos de Rotor de Gaiola

Generalidades

O motor elétrico é composto basicamente de um rotor (parte móvel) e um estator (parte fixa), os quais são formados por pacotes de chapas de ferro silício com ranhuras, onde se alojam as bobinas. Entre elas será produzida uma reação eletromagnética que transformará a energia elétrica absorvida da rede em energia mecânica na ponta do eixo, necessária para movimentar a carga.

Em um motor de corrente alternada, o rotor é composto por hastes de cobre ou liga de alumínio unidas em suas extremidades, daí o nome de rotor em curto-circuito ou de gaiola de esquilo como é conhecido. Os motores podem ser monofásicos ou trifásicos. Os primeiros são conectados a uma rede monofásica (dois cabos) e habitualmente são usados em residências e pequenos comércios. Produzem um campo magnético pulsante, por isso têm vibrações, sendo que não podem ser fabricados para grandes potências, pois não tem torque de partida e precisam de um capacitor para dar partida.

Os motores trifásicos são projetados para serem conectados a redes trifásicas (três cabos), e são universalmente utilizados nas indústrias, edifícios e grandes instalações. O motor trifásico produz um campo magnético giratório. Por isso funciona sem vibrações e possui um elevado torque de partida. Normalmente tem seis terminais de conexão.
Ver Tensão atribuída e capítulo de Partida Direta (Cap. 9) e Conversores de Freqüência (Cap. 13).
São fabricados até para potências muito elevadas.

Se for retirada a alimentação de um das fases de um motor trifásico, este passa a funcionar como um motor monofásico e adquire todas suas limitações referentes ao torque de partida, vibrando e aquecendo mais.

FIG 1.1 CORTE DE UM MOTOR TRIFÁSICO

Critérios de seleção
Existem diferentes características para serem levadas em consideração ao selecionar um motor, algumas básicas e outras opcionais.

Pottttncia nominal
Uma das características fundamentais para a seleção do motor é sua potência nominal.
Esta é a potência mecânica que é capaz de acionar o eixo, e é medida em kilowatts (kW) ou cavalos de força (CV, HP, PS). Um motor de um cavalo é aproximadamente igual a 0,735 kW, ou seja
1 CV = 0,735 kW
A potência absorvida da rede elétrica será maior em função do rendimento e do fator de potência.

Eficiencia energética
O rendimento nos dá uma idéia das perdas produzidas dentro do motor. Esta varia com a potência e a rotação do motor e uma característica da **qualidade da construção do motor** e dos materiais utilizados.
Os motores da Siemens apresentam baixo consumo e alta eficiência.

O fator de potência também depende da construção e da qualidade dos materiais, assim como, da velocidade, da potência e do estado de carga do motor.

Os motores da Siemens possuem um fator de serviço de SF=1,15, ou seja, podem fornecer uma potência permanentemente superior à nominal.

FOTO 1.1 FAMÍLIA DE MOTORES 1LA E 2LG

Rotação nominal
A outra característica de seleção de um motor é sua rotação. A rotação de um motor é medida em rotações por minuto (rpm). Em um motor de corrente alternada, a rotação depende da freqüência da rede onde é ligado e do número de pólos definidos pelo enrolamento do estator.

Na seguinte tabela encontramos a rotação síncrona de um motor conforme seu número de pólos.

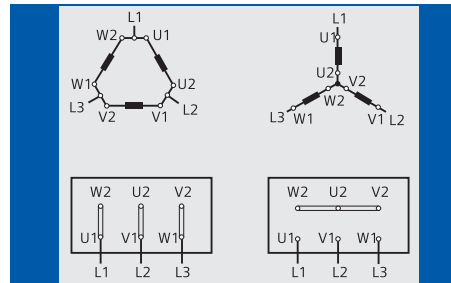
Quantidade de pólos do motor	Velocidade de sincronismo	
	Rede de 50 Hz	Rede de 60 Hz
2 pólos	3.000 rpm	3.600 rpm
4 pólos	1.500 rpm	1.800 rpm
6 pólos	1.000 rpm	1.200 rpm
8 pólos	750 rpm	900 rpm
10 pólos	600 rpm	720 rpm
12 pólos	500 rpm	600 rpm

TABELA 1.1 NÚMERO DE PÓLOS E ROTAÇÃO

Por razão de um fenômeno eletromagnético produzido no entreferro do motor, chamado escorregamento ou deslizamento, a rotação nominal do motor nunca alcança a rotação de sincronismo.
Se as conexões ao motor são organizadas, ou seja, fase um (L1) ao primeiro terminal (U1), L2 para V1 e L3 para W1, o motor girará no sentido horário (para a direita), visto desde o cabo do eixo. Para inverter o sentido de giro de um motor, basta inverter duas das conexões.

Tensão nominal

Para a seleção do motor também se deve conhecer a tensão da rede onde será ligado.
Os enrolamentos do motor estão projetadas para funcionar com uma determinada tensão de rede, indicada em volts (V).

Habitualmente os motores trifásicos normalizados podem conectar-se tanto em estrela como em triângulo. O tipo de conexão é selecionado na placa de bornes mediante o uso de pontes de interconexão.

Existem motores de tensão de 220 V que são apropriados para conexão em triângulo, para uma rede de 3x220 V e em estrela para uma de 3x380 V. Estes motores não são apropriados para uma partida do tipo estrela ou triângulo em uma rede trifásica de 3x380 V.

Por outro lado, os motores de tensão 380/660 V são fabricados também para potências maiores. Estes motores são conectados à redes de 3x380 V em triângulo, e em estrela para redes de 660 V. Os motores da Siemens têm uma tolerância de tensão de 10%. Estes motores são apropriados para partidas estrela-triângulo em redes de 3x380 V de tensão nominal.

Frequência nominal

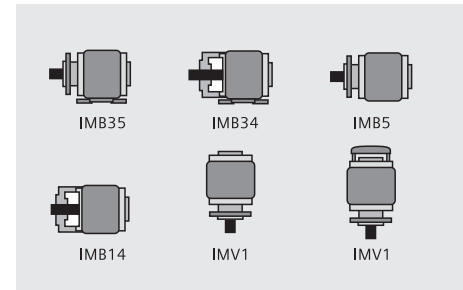
Os motores Siemens são fabricados para funcionar tanto em uma rede de 50 Hz como em uma de 60 Hz. São adequados para funcionar com conversores de freqüência, desde um valor 10% de sua freqüência nominal até valores superiores que podem alcançar mais do dobro da nominal. A freqüência máxima que um motor Siemens pode funcionar sem problemas depende de sua potência e rotação designadas. É recomendável em cada caso consultar um especialista.

Formas construtivas

Normalmente são fornecidos para montagem horizontal com pés IM B3, e sob solicitação, podem ser modificados para vertical com ponta de eixo para baixo também com flange IMV1 ou horizonte IMB5. Na figura 1:3 são mostradas as formas construtivas mais comuns.

FIG 1.3 POSIÇÕES DE MONTAGEM

Um motor de uma determinada forma construtiva pode ser utilizado em outras posições de montagem, embora seja muito provável que devam ser levadas em conta algumas modificações como substituição de rolamentos, adição de flanges, anéis de proteção, vedações, etc. Para isso, deve-se recorrer a oficinas especializadas.

Os motores são fornecidos com rolamentos de esferas, especialmente adequados para cargas axiais, no sentido do eixo. No caso de acoplar um motor a uma máquina por meio de polias, deve ser considerado o esforço tangencial ou radial, já que estas afetam os rolamentos e podem danificá-los. Recomenda-se consultar o fabricante e se for necessário substituir os rolamentos por outros tipos. Algo similar ocorre quando se deseja que o motor funcione em sentido vertical e talvez seja necessário substituir os rolamentos por outros capazes de sustentar o peso do rotor.

Os rolamentos dos motores Siemens até o tamanho 250 (motores menores que 55 kW) são pré-lubrificados, não precisam ser engraxados. Aos motores maiores é necessário reengraxá-los conforme a tabela correspondente. Sobre o período de engraxamento em função da temperatura ambiente, a quantidade e o tipo de graxa deve-se verificar a placa de lubrificação correspondente que é colocada no motor junto com a de identificação.

Proteções mecânicas

É necessário fazer uma análise sobre os ambientes ou locais de trabalho das máquinas em geral e dos motores em particular. Dependendo das condições do serviço e as próprias do meio ambiente, será escolhido um tipo de proteção típica para uma área determinada, e sobre a base dela será definido o grau de proteção dos motores e painéis a serem instalados na área. Deverão ser levados em conta os seguintes aspectos:

- Proteção de pessoas e contato acidental de partes sob tensão ou em movimento;
- Proteção contra partículas prejudiciais para o motor ou aparelhos;
- Proteção contra a entrada prejudicial de água para o motor ou aparelhos.

As Normas ABNT definem os tipos de proteção caracterizando-as com duas letras, duas cifras e ocasionalmente até duas letras adicionais. Para a identificação de proteção por meio de carcaça ou caixa, são definidas as letras IP (Insulation Protection), a seguir uma primeira cifra característica (de 0 a 6) para definir a proteção contra contatos acidentais e a entrada de corpos sólidos, e uma segunda cifra característica (de 0 a 8) para definir a proteção contra a entrada de líquidos. As duas letras adicionais são opcionais, ou seja, seus alcances não estão definidos pela norma mas devem ser concordados pelas partes, fabricante e usuário , por exemplo M movimento sob a água W, de acordo com as condições climáticas.

Cabe esclarecer que proteção contra a entrada prejudicial de água “não significa nenhuma entrada de água”, a água pode entrar no motor ou aparelho sempre que não prejudique seu funcionamento normal e tenha a possibilidade de voltar a sair.

Em algumas ocasiões, não coincidem as proteções solicitadas pelos usuários com as características da área de instalação. Por exemplo, ao fornecer os termos, é especificado em geral um grau de proteção IP 65, mas em algumas áreas da instalação não é necessário este grau. Talvez nestas áreas somente seja necessário, por exemplo IP55, nelas é possível instalar então motores com um tipo de proteção de acordo somente com algo superior.

Um tipo de proteção é maior em relação a outra somente quando ambos os dígitos de uma proteção forem superiores a outra.

É importante levar em conta que proteção contra chuva não é o mesmo que proteção contra intempérie. Para esta última deve-se considerar além da chuva, a influência do sol, já que suas radiações UV produzem a deterioração da pintura, e um aquecimento adicional ao motor. Também é importante considerar a poluição, seja esta causada por pós ou gases corrosivos. Os tipos de proteção não consideram a proteção de áreas classificadas, de segurança aumentada ou a prova de explosão; para isso deve-se consultar um especialista.

Motor	Classe de Proteção	Primeiro caractere		Segundo caractere
		Contato acidental	Corpos estranhos	Água
	IP 21	Contato com os dedos	Corpos sólidos, de diametro superior a 12 mm	Pingos verticais
	IP 22			Pingos a 15°
	IP 23			Pingos a 60°, chuva
Refrigeração de superfície	IP 44	Ferramentas au similares	Corpos sólidos, de diamtros superior a 1 mm	Respingos em qualquier direção
	IP 54	Proteção total e efetiva contra contatos acidentais	Depósito de pó no interior	Respingos em qualquier direção
	IP 55			Projeção de água em qualquier direção
	IP 56			Projeção de jatos possantes de água
	IP 65	Proteção total e efetiva contra contatos acidentais	Proteção contra a penetração de pó	Projeção de água em qualquier direção
	IP 67			Inmersão momentânea

TABELA 1.2 TIPOS DE PROTEÇÃO MECÂNICA

Temperatura ambiente

Os motores Siemens são fabricados com materiais de classe de isolamento F, e os dados nominais são referidos a uma elevação de temperatura de 105 K, o que permite instalá-los em áreas com uma temperatura ambiente de 50°C, sem redução de potência, ou aproveitar as vantagens de um fator de serviço SF 1,15 em ambientes com temperaturas de até 40°C.

Este elevado tipo de isolamento permite a localização dos motores Siemens em terrenos de até 1000 metros sobre o nível do mar. Para maiores alturas e temperaturas ambientes, recomenda-se fazer uma consulta do caso.

Tamanho construtivo

Conforme as normas ABNT / IEC, a distância entre a base dos pés e o centro da ponta de eixo determina o tamanho construtivo. Desta forma, um motor do tamanho 225 terá uma altura desde o piso onde se apóia até o centro do eixo de 225 mm. O tamanho construtivo também determina outras dimensões básicas detalhadas a seguir:

- Diâmetro da ponta de eixo
- Comprimento do cabo de eixo
- Tamanho dos furos de fixação
- Distâncias entre os furos de fixação
- Distância entre os furos dianteiros e o apoio da polia na ponta de eixo
- Grau de proteção e consumos conforme a tensão e frequência da rede na qual o motor é conectado.

Placa de identificação

Na placa de identificação de motor são mostrados todos os dados característicos do motor. Nela podem ser visualizados seu tipo e os diferentes dados de potência e velocidades nominais, tamanho, forma construtiva, grau de proteção e consumos, conforme sejam a tensão e freqüência para a rede na qual o motor é conectado.

Também é indicado o número de fabricação, que deve ser mencionado perante qualquer solicitação. A corrente e o torque nominal são dados construtivos e não de seleção.

A corrente nominal do motor é um dado a ser fornecido pelo fabricante. Depende da potência, velocidade, fator de potência nominais e do rendimento, todos eles dependentes da construção. A corrente de serviço, normalmente inferior à nominal, depende da carga acoplada ao eixo do motor.

A intensidade da corrente nominal de partida é um dado construtivo do motor e independente da carga resistente. Entretanto, o tempo de partida e a freqüência de manobras por hora dependem do tipo de carga mecânica acoplada ao motor.

FIG. 1.4 TAMANHO CONSTRUTIVO

FIG. 1.5 PLACA DE CARACTERÍSTICAS

Exemplos de:			
Alturas de eixo	**Tamanhos**	**Comprimentos**	
180	180M	S=curto	(0,1,2)
200	180L	M=médio	(3,4,5)
	180L	L=longo	(6,7,8)
Exemplo: 1LA7 186-4AA60 Tamanho 180L			

TABELA 1.3
NOTA: A ALTURA DO EIXO E DO COMPRIMENTO DA CARCAÇA DEFINEM OS TAMANHOS CONSTRUTIVOS

Auto-avaliação

O motor cuja placa característica observamos na página anterior:

1. Possui quantos pólos?
2. Qual é a potência mecânica, em cv? É capaz de acionar o eixo?
3. Qual é potência elétrica, em kW? Absorve da rede o valor nominal?
4. Qual a potência mecânica máxima, em kW e cv que pode ser fornecida em um ambiente com 40°C ao nível do mar?
5. É adequado para ser conectado a uma rede de 3x380 V, 60 Hz por meio de uma partida estrela-triângulo?
6. Qual é sua posição de funcionamento?
7. Que tipo de fixação possui?
8. Qual é, aproximadamente, a altura do eixo do motor em mm?
9. Resiste a uma lavagem com mangueira?

Respostas na página 185

2 Fusíveis

Generalidades

Tanto um contator como um relé de sobrecarga são equipamentos importantes e valiosos, sendo que devem ser protegidos em caso de ocorrência de falta.

Por razão de sua velocidade de atuação e sua capacidade de ruptura quase sem limites, o melhor meio para conseguir isso é o fusível, que evidentemente deve ser de qualidade, deve corresponder às normas IEC.

Os fusíveis de alta capacidade de ruptura para baixa tensão protegem cabos, condutores e componentes de uma instalação de manobra e proteção de motores contra as sobrecargas e os efeitos de um curto-circuito.

A primeira função dos fusíveis é proteger os cabos e condutores das correntes de sobrecarga e curto-circuito, mas também são apropriados para a proteção de equipamentos elétricos.
Entre as múltiplas funções e variadas condições de serviço, cabe mencionar as seguintes:

- Uma elevada seletividade em redes radiais para evitar interrupções desnecessárias do serviço;
- A proteção de segurança "Backup" de disjuntores termomagnéticos;
- A proteção de circuitos de motores nos quais, por meio do serviço, podem produzir sobrecargas breves e curto-circuitos; A proteção contra curto-circuitos de dos equipamentos como contatores e disjuntores;
- Em redes TN e TT, os fusíveis evitam que diante de faltas sejam mantidas as tensões de contato limite nas estruturas metálicas.

O campo de aplicação dos fusíveis é muito amplo e abrange desde as instalações elétricas em residências, comércios e fábricas industriais até, inclusive, em instalações de empresas geradoras ou distribuidoras de energia elétrica.

Seletividade

Outra função importante do fusível é a seleção do circuito com falta e a separação deste da rede para permitir que esta continue em serviço. Por regra geral, em toda instalação existem vários fusíveis conectados em série. Por meio da seletividade, é possível que diante de uma sobrecarga somente seja desligado o circuito que apresenta a falta enquanto que o resto continua funcionando.

FOTO 2.1 BASE NH

FOTO 2.2 FUSÍVEL NH

FOTO 2.3 FUSÍVEL NEOZED

FOTO 2.7 FUSÍVEL NH EM CURTO-CIRCUITO

Os fusíveis Siemens do tipo de serviço gL/gG terão seletividade entre si, quando estiverem trabalhando com uma tensão nominal de até 380 V CA, mantenha uma relação de 1:1,25 entre os níveis das intensidades nominais da corrente.
Esta característica tão favorável é obtida reduzindo para somente 5 as faixas de dispersão na característica tempo – intensidade da corrente. Aqui, a Norma aceita uma relação de 1:1,6, ou seja, que os fusíveis da Siemens superam amplamente estas especificações. Deste modo, poderão ser reduzidas as seções dos condutores porque são diminuídas as intensidades nominais das correntes.

Tipos de serviço

De acordo com sua função, os fusíveis são divididos em tipos de serviço, que são identificados com duas letras.
A primeira indica o tipo de funcionamento:
a = Fusível Limitador de Corrente, atuando somente na proteção de curto-circuito, não são providos do ponto central
g = Fusível Limitador de Corrente, atuando tanto na presença de curto-circuito como na de sobrecarga

E a Segunda letra, o objeto a ser protegido:
G = Proteção de Linha - uso Geral
M = Proteção de Circuitos de Motores
R = Proteção de Semicondutores (ultra rápidos)
L = Proteção de Linha (conforme DIN VDE)
B = Proteção de Instalações Mineiras
Tr = Proteção deTransformadores

A oferta da Siemens abrange os seguintes tipos de serviço:

- gL-gG - Fusíveis Retardados - proteção de uso geral: Fusíveis NH, Diazed, Neozed, Cilindricos;
- aR -Fusíveis ultra-rápidos - proteção parcial de semicondutores: Fusíveis Sitor;
- gR - Fusíveis Combinados - proteção de uso geral e de circuitos com semicondutores: Fusíveis Sitor.

Capacidade de interrupção

A capacidade de interrupção é a habilidade que um dispositivo tem de proteção para interromper uma corrente de curto-circuito.

Uma capacidade de interrupção nominal elevada, com volume mínimo, caracteriza os fusíveis.

No projeto e na fabricação dos fusíveis devem ser levadas em consideração numerosas características de qualidade para que estes possam garantir uma capacidade de interrupção nominal como elevada e segura, desde a corrente de sobrecarga menor até a maior corrente de curto-circuito. Desta forma, além do desenho das lâminas de fusíveis quanto as suas dimensões, a forma e a posição das partes matrizadas ou sua localização dentro do corpo cerâmico, têm importância decisiva na resistência à pressão e aos choques térmicos destes corpos. O mesmo acontece com a pureza química, o tamanho, a forma dos grãos e a densidade da areia de quartzo.

A capacidade de interrupção nominal em corrente alternada chega aos **50 kA nos fusíveis NEOZED, 70 kA nos DIAZED e nos fusíveis NH alcançam os 120 kA.**

Limitação da corrente

Para a rentabilidade de uma instalação, têm grande importância não somente a capacidade de interrupção segura, mas também a limitação da corrente que o fusível oferece.

Durante um curto-circuito, circula pela rede a corrente de curto-circuito até que o fusível interrompa o mesmo. A impedância da rede é o único fator limitador da intensidade da corrente de curto-circuito.

A fusão simultânea de todos os pontos previstos para este fim na lâmina de fusível forma numerosos arcos parciais conectados eletricamente em série que garantem a desconexão rápida, com uma forte limitação da corrente. A qualidade de fabricação influencia, em grande medida, na limitação da corrente e esta, no caso dos fusíveis da Siemens, é muito elevada. Assim, um fusível NH tamanho 2 de In 224 A limita um provável valor eficaz de 50 kA da corrente de curto-circuito para uma corrente de passagem com uma intensidade máxima com ordem de 18 kA. Esta forte limitação da corrente protege em todo momento a instalação contra solicitações excessivas.

Atenção! Conforme comentado anteriormente, um fusível não pode e não deve ser consertado.

Um disjuntor termomagnético não é a solução mais adequada para proteger uma combinação de contator e relé térmico, por razão das limitações que apresenta quanto a sua capacidade de interrupção e sua velocidade de atuação. Somente pode cumprir com Tipo de coordenação 1, com grandes limitações nas correntes de curto-circuito.

Ver tabelas 7.1 e 7.2 do capítulo 7 para coordenação com fusíveis, e tabelas 10.1 e 10.2 do capítulo 10 para coordenação com disjuntor.

FOTO 2.4 FUSÍVEL SITOR

FOTO 2.5 BASE DIAZED

FOTO 2.6 FUSÍVEL DIAZED

Auto-avaliação

1. O fusível tem maior capacidade de interrupção que o disjuntor – verdadeiro ou falso?
2. Seletividade é identificar o circuito com falta e removê-lo de serviço – verdadeiro ou falso?
3. Um fusível NH com curva característica gL/gG serve para proteger equipamentos eletrônicos – verdadeiro ou falso?
4. É possível consertar fusíveis utilizando um arame calibrado – verdadeiro ou falso?
5. O fusível limita a intensidade de pico da corrente de curto-circuito – verdadeiro ou falso?
6. Graças à capacidade de limitar a corrente de curto-circuito (I_{CC}), o fusível é o melhor meio para evitar a soldagem dos contatos de um contator – verdadeiro ou falso?
7. Capacidade de interrupção é a capacidade de dominar uma corrente de curto-circuito – verdadeiro ou falso?
8. O fusível pode oferecer respaldo (Backup) a um disjuntor quando a capacidade de interrupção deste não for suficiente – verdadeiro ou falso?

Soluções na página 185

3

Disjuntores Termomagnéticos

Generalidades

Os disjuntores termomagnéticos Siemens **são utilizados para proteger, contra os efeitos de sobrecargas e curto-circuitos, os cabos e condutores que compõem uma rede de distribuição de energia elétrica.** Desta forma, também assumem a proteção contra tensões de contato perigosas originadas por defeitos de isolamento, conforme a Norma NBR 5410. Os disjuntores termomagnéticos atendem à Norma NBR NM 60898, que constitui a base para seu desenho, fabricação e suas certificações.

A Norma NBR NM 60898 refere-se a disjuntores especialmente projetados para serem manipulados por usuários leigos, ou seja, para uso por pessoas não qualificadas em eletricidade e para não sofrerem manutenção (normalmente instalações residenciais ou similares). Esta é a diferença fundamental em relação a outros dispositivos, que atendem a outras normas, que prestam especial atenção às instalações e equipamentos, considerando que os operadores serão pessoas especializadas.

Por isso, os disjuntores termomagnéticos não permitem o ajuste de nenhuma das proteções para evitar que pessoal não especializado tome decisões equivocadas. Por possuírem os ajustes fixos, recomendamos que para proteção de motores, sejam utilizados disjuntores motor ou outros tipos de proteção.

Disjuntores Termomagnéticos

FOTO 3.1 MONOPOLAR 5SX1

FOTO 3.2 BIPOLAR 5SX1

FOTO 3.3 TRIPOLAR 5SX1

FOTO 3.4 TETRAPOLAR 5SX1

Princípio de funcionamento

Os disjuntores termomagnéticos dispõem de um disparador térmico com atraso (bimetal), dependente de sua característica de intensidade tempo, que reage diante de sobrecargas moderadas, e um disparador eletromagnético que reage sem atraso diante de elevadas sobrecargas e curto-circuitos.

Os materiais especiais utilizados em sua construção garantem uma **longa vida útil de, em média, 20.000 manobras mecânicas** e uma elevada segurança contra soldagens dos contatos.

Graças à alta velocidade de atuação dos contatos diante de uma corrente de falta, ao projeto que garante a maior distância entre contatos, e a uma rápida extinção do arco na câmara de extinção, a intensidade da corrente de curto-circuito se torna limitada com os disjuntores termomagnéticos da Siemens. Assim, é garantida uma excelente proteção de back-up quando solicitada e seletividade quanto aos demais dispositivos de proteção conectados à montante.

Características

- Diferentes curvas de atuação conforme a carga A, B, C ou D;
- Diversas linhas com possibilidade de atender a rigorosos projetos de seletividade;
- Elevada capacidade de interrupção de até 25 kA, conforme o modelo, de acordo com o NBR NM 60898 / 220 VCA;
- Excelente seletividade e elevada limitação da corrente de curto-circuito;
- Fácil montagem sobre trilho de montagem rápido conforme DIN EN 50 022 de 35 mm;
- Terminais de segurança que impedem o contato acidental com dedos, palma e dorso da mão de acordo com o VDE 0106, parte 100;
- Agilidade na instalação da fiação graças a aberturas de terminais cônicas, fácil introdução de cabos;
- Terminais combinados que permitem conectar cabo ou barras coletoras de alimentação;
- Características de seccionador para o disjuntor 5SP4 conforme DIN VDE 0660.

Curvas características

A função dos disjuntores termomagnéticos é a proteção dos condutores contra sobrecargas térmicas ou curto-circuitos. É por isso que as curvas de disparo dos disjuntores se adaptam às curvas dos condutores.

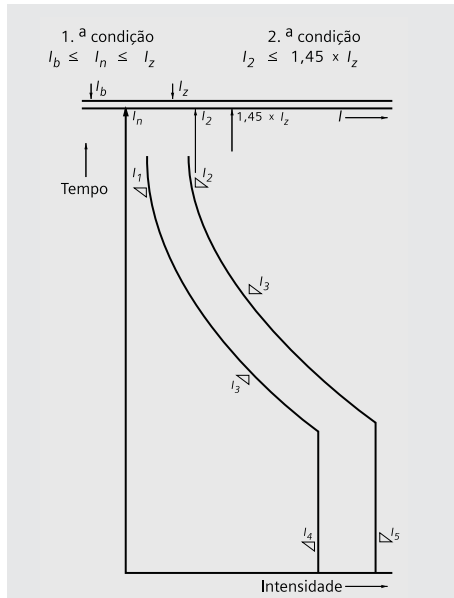



FIG 3.1 COORDENAÇÃO DOS VALORES DE REFERÊNCIA DE CABOS E DIJUNTORES TERMOMAGNÉTICOS

Na representação da Figura 3.1, são coordenados os valores de referência dos condutores com os disjuntores termomagnéticos. Na Norma NBR NM 60898, são definidas as características, curvas **B, C e D.**

Deve-se cumprir para uma boa seleção, a seguinte fórmula:
IB < In < IZ e além disso, que **I2 < 1,45xIZ.**
Onde:

- **IB =** Corrente de projeto do circuito.
- **In =** Corrente nominal do disjuntor termomagnético, nas condições previstas na instalação.
- **Iz =** Capacidade de condução de corrente dos condutores, nas condições previstas para sua instalação.
- **1,45xIz =** Corrente de sobrecarga máxima permitida, para uma condição de temperatura excedida, sem que haja o comprometimento do isolante dos condutores.
- **I1 =** Corrente convencional de não atuação na sobrecarga.
- **I2 =** Corrente convencional de atuação na sobrecarga.
- **I3 =** Limite de tolerância do disparador.
- **I4 =** Corrente convencional de não atuação no curto-circuito.
- **I5 =** Corrente convencional de atuação no curto-circuito.

Recomendações úteis para dimensionamento em instalações residenciais ou similares

- Os disjuntores de curva B são aplicados na proteção de circuitos que alimentam cargas com características predominantemente resistivas, como lâmpadas incandescentes, chuveiros, torneiras e aquecedores elétricos, além dos circuitos de tomadas de uso geral.
- Os disjuntores de curva C são aplicados na proteção de circuitos que alimentam especificamente cargas de natureza indutiva, que apresentam picos de corrente no momento de ligação, como microondas, motores para bombas, além de circuitos com cargas de características semelhantes a essas.
- Em ambas as curvas (B e C) os disjuntores protegem integralmente os condutores elétricos da instalação contra curtos-circuitos e sobrecargas, sendo que a curva B protege de forma mais eficaz contra os curtos-circuitos de baixa intensidade muito comuns em instalações residenciais ou similares.
- Consulte sempre a Norma de Instalações Elétricas de baixa tensão, NBR 5410 (uso obrigatório em todo território nacional conforme lei 8078/90, art. 39-VI11, art. 12, art.14).

Curva característica de disparo A

$I_4 = 2 \times I_n$ $I_5 = 3 \times I_n$

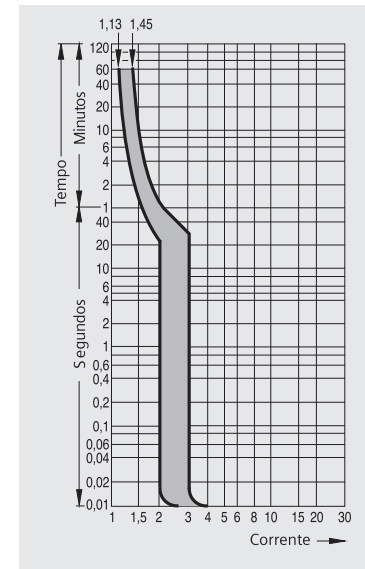



FIG 3.2 -CURVA A (CONFORME DIN VDE 0100 PARTE 410) PROTEÇÃO DE CIRCUITOS QUE ALIMENTAM CARGAS COM CARACTERÍSTICAS ELETRÔNICAS, COMO SEMICONDUTORES.

Curva característica de disparo B

$I_4 = 3 \times I_n \quad I_5 = 5 \times I_n$

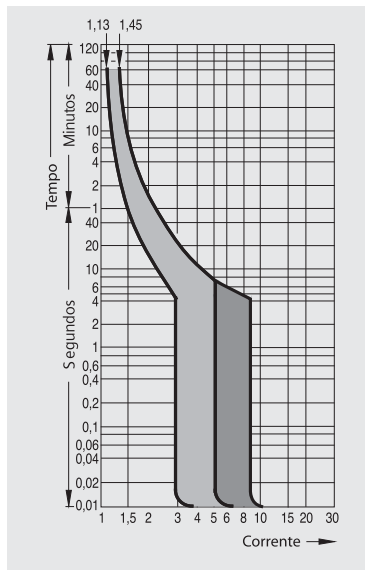



FIG 3.3 – CURVA B
PARA PROTEÇÃO DE CIRCUITOS QUE ALIMENTAM CARGAS COM CARACTERÍSTICAS PREDOMINANTEMENTE RESISTIVAS, COMO LÂMPADAS INCANDESCENTES, CHUVEIROS, TORNEIRAS E AQUECEDORES ELÉTRICOS, ALÉM DOS CIRCUITOS DE TOMADAS DE USO GERAL.

Curva característica de disparo C

$I_4 = 5 \times I_n \quad I_5 = 10 \times I_n$

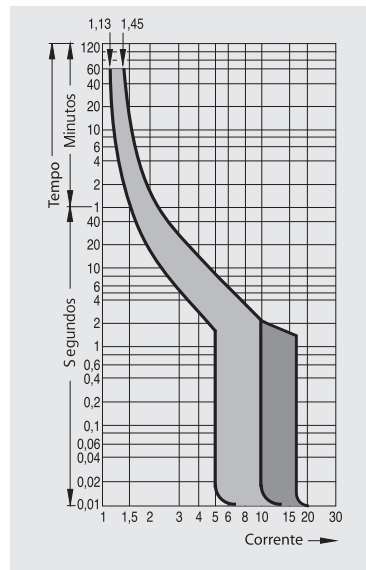



FIG 3.4 – CURVA C
PARA PROTEÇÃO DE CIRCUITOS QUE ALIMENTAM ESPECIFICAMENTE CARGAS DE NATUREZA INDUTIVA QUE APRESENTAM PICOS DE CORRENTE NO MOMENTO DE LIGAÇÃO, COMO MICROONDAS, AR CONDICIONADO, MOTORES PARA BOMBAS, ALÉM DE CIRCUITOS COM CARGAS DE CARACTERÍSTICAS SEMELHANTES A ESSAS.

Curva característica de disparo D

$I_4 = 10 \times I_n \quad I_5 = 20 \times I_n$

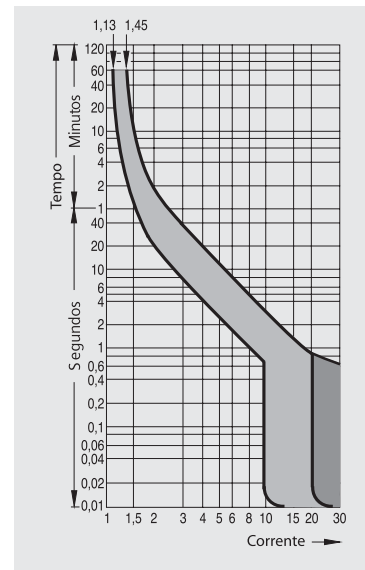



FIG 3.5 – CURVA D
PARA PROTEÇÃO DE CIRCUITOS QUE ALIMENTAM CARGAS ALTAMENTE INDUTIVAS QUE APRESENTAM ELEVADOS PICOS DE CORRENTE NO MOMENTO DE LIGAÇÃO, COMO GRANDES MOTORES, TRANSFORMADORES, ALÉM DE CIRCUITOS COM CARGAS DE CARACTERÍSTICAS SEMELHANTES A ESSAS.

Circuitos alimentadores (entradas) A)		
Condutor Seção	Para 1 circuito por eletroduto	
	FF, ou FN B)	FFF, ou FFN C)
mm²	Corrente nominal do disjuntor	
6	40 A	32 A
10	50 A	50 A
16	70 A	63 A
25	100 A 2)	80 A 2)
35	125 A 2)	100 A 2)

A) Método de referencia B1
B) As siglas significam:
FF=fase/fase,
FN=fase/neutro,
FFF=fase/fase/fase
FFN=fase/fase/neutro
C) Para estas correntes nominais utilizar a linha 5SP4 com disparadores contra sobrecargas e curto-circuitos.

Circuitos terminais (saídas)				
Condutor Seção	Número de circuitos por eletroduto FF ou FN B)			
	1 circuito	2 circuito	3 circuito	4 circuito
mm²	Corrente nominal do disjuntor			
1,5	16 A	13 A	10 A	10 A
2,5	20 A	16 A	16 A	13 A
4	32 A	25 A	20 A	20 A
6	40 A	32 A	25 A	25 A
10	50 A	40 A	40 A	32 A

TABELA 3.1 TABELA PARA ESCOLHA DE DISJUNTOR X CABO

Equipamentos	Curva indicada	Potência (W)	Corrente nominal (A)	
			127 VCA	220 VCA
Aquecedor de água < 175 litros	B	1500	11,8	6,8
Aquecedor de água < 250 litros	B	2000	15,7	9,1
Aquecedor de água < 300 litros	B	4500	35,4	20,5
Aquecedor de água < 400 litros	B	6000	47,2	27,3
Aquecedor de água < 500 litros	B	7500	59,1	34,1
Ar-condicionado 7500 BTU	B 2)	950	7,5	4,3
Ar-condicionado 10000 BTU	B 2)	1150	9,1	5,2
Ar-condicionado 12000 BTU	C	1350	10,6	6,1
Ar-condicionado 15000 BTU	C	1850	14,6	8,4
Ar-condicionado 18000 BTU	C	2050	16,1	9,3
Ar-condicionado 21000 BTU	C	2650	20,9	12,0
Ar-condicionado 24000 BTU	C	3250	25,6	14,8
Ar-condicionado 30000 BTU	C	3800	29,9	17,3
Cafeteira	B	1000	7,9	4,5
Churrasqueira elétrica	B	1850	14,6	8,4
Chuveiro elétrico	B	4400	34,6	20,0
Chuveiro elétrico	B	7600	59,8	34,5
Forno elétrico	B	1500	11,8	6,8
Forno elétrico	B	4000	31,5	18,2
Forno de Microondas	C	1500	11,8	6,8
Freezer	B 2)	500	3,9	2,3
Geladeira	B 2)	300	2,4	1,4
Grill	B 2)	1350	10,6	6,1
Máquina de lavar louça	B	1700	13,4	7,7
Máquina de lavar roupa	B 2)	800	6,3	3,6
Máquina de secar roupa	B	2000	15,7	9,1
Secador de cabelo	B	1800	14,2	8,2
Torneira elétrica	B	3000	23,6	13,6
Torradeira elétrica	B	900	7,1	4,1

1) As informações das tabelas são orientativas e estão baseadas nas condições mais usuais encontradas nas instalações de uso residencial ou similar no país. Para um dimensioramento seguro, recorra a um profissional qualificado.
2) Cargas de baixo consumo, alimentadas por tomadas de uso geral.

Existem aplicações onde é mais importante a continuidade do serviço que a proteção dos condutores, por exemplo, em redes de esquema IT de salas cirúrgicas ou na alimentação de bombas contra incêndio ou bomba de esvaziamento nestes casos é possível utilizar disjuntores somente magnéticos ou fusíveis. O condutor fica desprotegido (sem relé térmico), mas existe seletividade diante de curto-circuitos.

Capacidade de interrupção

É definida como capacidade de curto-circuito nominal "Icn", o valor da capacidade de interrupção máxima em curto-circuito do disjuntor.

Os disjuntores termomagnéticos devem satisfazer requerimentos especiais no que se refere à capacidade de interrupção. Os valores estão padronizados e são determinados de acordo com as condições de teste estritamente especificadas na Norma NBR NM 60898. Os valores especificados são 3, 4, 5, 6 e 10 kA. Para outras capacidades de interrupção, tensões ou condições de teste diferentes podem ser indicados valores que inclusive superam os determinados pela NBR NN 60898, nesse caso poderá ser mencionada a Norma NBR IEC 60947-2 de disjuntores industriais, menos exigente em suas especificações.

			Modelos						
			5SX1	5SX2	5SX4	5SP4	5SX5	5SY7	5SY8
AC	380/220 V	Icn	3kA	6kA	10kA	10kA	4,5kA	15kA	-
				18kA 32 A					
	220/127 V	Icn	5kA	15kA > 32 A	25kA	20kA	4,5kA	25kA	-
								50kA 6 A	60kA 6 A
				25kA 32 A				35kA 32 A	45kA 32 A
	220/127 V	Icu	5kA	20kA > 32 A	30kA	25kA	4,5kA	25kA 63 A	30kA 63 A
								40kA 6 A	50kA 6 A
			4,5kA ≤ 32 A					25kA 32 A	30kA 32 A
	380/220 V	Icu	3kA > 32 A	12kA	15kA	15kA		20kA 63 A	25kA 63 A
								35kA 6 A	40kA 6 A
								15kA 32 A	20kA 32 A
	440/250 V	Icu	3kA	10kA	15kA	10kA		10kA 63 A	15kA 63 A
DC	24 V 1 pólo	Icu	15kA	20kA	20kA	20kA	30kA	60kA	60kA
	60 V 1 pólo	Icu	10kA	15kA	15kA	15kA	25kA	40kA	40kA
	125 V 2 pólos	Icu	10kA	15kA	15kA	15kA	25kA	40kA	40kA
	220/440 V	Icu	-	-		-	10kA	-	-

Icn - Ensaios conforme NBR NM 60898
Icu - Ensaios conforme NBR IEC 60 947-2

TABELA 3.2 CAPACIDADE DE INTERRUPÇÃO

Seletividade

Em geral, as redes de distribuição de energia têm uma disposição radial. Em cada redução de seção deve ser instalada uma proteção contra superintensidades. Desta forma, é obtido um escalonamento em série, organizado pelas intensidades nominais das correntes de cada rede. Este escalonamento em série organizado deve ser seletivo.

Seletividade significa que em caso de uma falta somente desligará o elemento de proteção mais próximo, no sentido da corrente, para o ponto da falha.

Desta forma, os demais circuitos conectados em paralelo continuarão fornecendo energia.

Em resumo, no esquema da figura 3.6, diante de uma falha no circuito 4, será ativado o disjuntor Q6, permanecendo em serviço os disjuntores Q1 e Q3, fornecendo assim energia os circuitos 1, 2, 3 e 5.

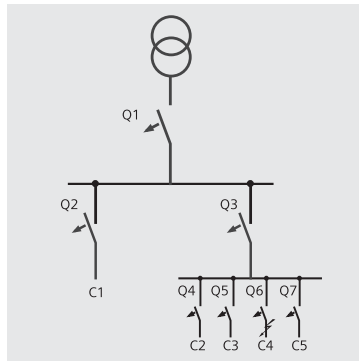



FIG 3.6 SELETIVIDADE RADIAL

O limite da seletividade dos disjuntores termomagnéticos depende principalmente da limitação de corrente e das características de disparo do disjuntor, bem como do valor da energia de passagem I2t do elemento a montante.

Portanto, para disjuntores termomagnéticos com diferentes curvas características e capacidades de interrupção são obtidos diferentes limites de seletividade.

Nas tabelas seguintes é formada, em kA, a intensidade limite de seletividade permitida da suposta corrente de curto-circuito à jusante do disjuntor em um circuito, isso dependendo do disjuntor termomagnético a jusante referido a diferentes elementos de proteção a montante.

Os valores informados referem-se às condições de ensaio muito desfavoráveis. Na prática poderão ser obtidos valores mais favoráveis.

Disjuntores termomagnéticos		Fusíveis NH ou Diazed à montante							
Características	In (A)	16 A	20 A	25 A	35 A	50 A	63 A	80 A	100 A
C	1	0,3	0,5	1,2	1,7	6,0	6,0	6,0	6,0
	2	0,3	0,5	1,2	1,7	6,0	6,0	6,0	6,0
	4	0,3	0,4	0,6	1,1	3,0	4,0	6,0	6,0
	6	-	0,4	0,6	1,0	2,4	3,2	6,0	6,0
	10	-	-	0,5	0,9	1,4	2,1	3,1	6,0
	16	-	-	-	0,8	1,3	2,0	3,0	6,0
	20	-	-	-	-	1,3	2,0	2,7	6,0
	25	-	-	-	-	-	2,0	2,4	5,0
	32	-	-	-	-	-	-	2,2	4,0
	40	-	-	-	-	-	-	-	3,5
	50	-	-	-	-	-	-	-	3,0
	63	-	-	-	-	-	-	-	3,0
D	1	0,3	0,4	0,7	1,3	3,0	6,0	6,0	6,0
	2	0,3	0,4	0,7	1,3	3,0	6,0	6,0	6,0
	4	-	0,4	0,6	1,0	2,5	4,0	6,0	6,0
	6	-	-	0,5	0,9	2,0	3,0	6,0	6,0
	10	-	-	-	-	1,4	2,0	3,1	6,0
	16	-	-	-	-	-	1,7	3,0	6,0
	20	-	-	-	-	-	-	2,4	5,0
	25	-	-	-	-	-	-	-	5,0
	32	-	-	-	-	-	-	-	4,0
	40	-	-	-	-	-	-	-	-
	50	-	-	-	-	-	-	-	-
	63	-	-	-	-	-	-	-	-

TABELA 3.3 VALORES LIMITES DE SELETIVIDADE ENTRE DISJUNTORES TERMOMAGNÉTICOS 5SX2 E FUSÍVEIS EXPRESSOS EM KA

Disjuntores termomagnéticos		Chave seccionadoras S0 à montante						
		96 A	120 A	150 A	192 A	240 A	264 A	300 A
Características	In (A)	8 A	10 A	12,5 A	16 A	20 A	22 A	25 A
C	1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,5	0,6	0,6
	2	-	-	0,2	0,2	0,5	0,6	0,6
	4	-	-	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5
	6	-	-	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5
	10	-	-	0,2	0,2	0,2	0,4	0,4
	16	-	-	-	-	0,2	0,4	0,4
	20	-	-	-	-	-	-	0,4
	25	-	-	-	-	-	-	-
D	2	-	-	0,2	0,2	0,4	0,6	0,6
	6	-	-	-	-	0,3	0,4	0,4
	10	-	-	-	-	0,2	0,4	0,4
	16	-	-	-	-	-	-	-

TABELA 3.4 VALORES LIMITES DE SELETIVIDADE ENTRE DISJUNTORES TERMOMAGNÉTICOS 5SX2 E CHAVES SECCIONADORAS SO EXPRESSOS EM KA

Disjuntores termomagnéticos		Chave seccionadoras S2 conectados à montante						
		196 A	240 A	300 A	384 A	480 A	540 A	600 A
Características	I_n (A)	16 A	20 A	25 A	32 A	40 A	45 A	50 A
C	1	0,3	0,5	0,6	1	1	1,5	3
	2	0,3	0,5	0,6	1	1	1,5	3
	4	0,2	0,3	0,4	0,6	0,8	1	1
	6	0,2	0,3	0,4	0,6	0,8	1	1
	10	0,2	0,2	0,4	0,6	0,6	0,8	1
	16	-	0,2	0,4	0,6	0,6	0,8	1
	20	-	-	0,4	0,6	0,6	0,8	1
	25	-	-	-	-	0,6	0,8	0,8
	32	-	-	-	-	0,6	0,8	0,8
	40	-	-	-	-	-	-	0,8
	50	-	-	-	-	-	-	-
D	2	0,3	0,5	0,6	0,8	1,2	1,5	1,5
	6	0,2	0,3	0,4	0,6	0,8	1	1
	10	-	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	0,8
	16	-	-	-	0,5	0,6	0,6	0,8
	32	-	-	-	-	-	0,6	0,6
	40	-	-	-	-	-	-	-

TABELA 3.5 VALORES LIMITES DE SELETIVIDADE ENTRE DISJUNTORES TERMOMAGNÉTICOS 5SX2 E CHAVES SECCIONADORAS S2 EXPRESSOS EM KA

Disjuntores termomagnéticos		Chave seccionadoras S3 à montante						
		384 A	480 A	600 A	756 A	900 A	1080 A	1140 A
Características	I_n (A)	32 A	40 A	50 A	63 A	75 A	90 A	100 A
C	1	0,8	1	3	6	6	6	6
	2	0,8	1	3	6	6	6	6
	4	0,6	0,8	1	2	2,5	5	5
	6	0,6	0,8	1	2	2,5	5	5
	10	0,6	0,6	1	1,5	2	3	3
	16	0,6	0,6	1	1,5	2	3	3
	20	0,6	0,6	1	1,5	2	3	3
	25	0,5	0,6	0,8	1,2	1,5	2,5	2,5
	32	-	0,6	0,8	1,2	1,5	2,5	2,5
	40	-	-	0,6	1	1,5	2	2
	50	-	-	-	1	1,2	1,5	2
	63	-	-	-	-	-	1	5
D	2	0,8	1	1,5	3	4	6	6
	6	0,6	0,6	1	1,5	2,5	3	3
	10	0,5	0,6	0,8	1,5	2	3	3
	16	0,5	0,6	0,8	1,2	1,5	2,5	2,5
	32	-	-	0,6	1	1,5	2	2
	40	-	-	-	1	1,2	1,5	1,5
	50	-	-	-	1	1,2	1,5	1,5

TABELA 3.6 VALORES LIMITES DE SELETIVIDADE ENTRE DISJUNTORES TERMOMAGNÉTICOS 5SX2 E CHAVES SECCIONADORAS S3 EXPRESSOS EM KA

Proteção de segurança ou Backup

Caso não se conheça a intensidade máxima da corrente de curto-circuito no local de montagem do disjuntor termomagnético, ou que a mesma exceda à capacidade de interrupção do disjuntor, deve ser instalado à montante um elemento adicional que ofereça proteção de segurança "backup", para evitar que essa exigência excessiva deteriore o disjuntor termomagnético.

Em geral, são utilizados fusíveis para esta função, mas dentro de certos limites também podem oferecer back-up com outros disjuntores termo-magnéticos.

Na tabela seguinte são formadas as correntes de curto-circuito, em kA, para as quais pode ser garantida uma proteção de segurança (Backup), com o uso de fusíveis de alta capacidade de interrupção conforme IEC 60269.

Disjuntores termomagnéticos 5SX2		Disjuntores termomagnéticos 5SP4			
		Curva C	Curva C	Curva D	Curva D
Características	I_n (A)	80 A	100 A	80 A	100 A
B	6	0,8	1,5	3	5
	10	0,8	1,2	3	4
	16	0,8	1,2	2	3
	20	0,8	1,2	2	3
	25	0,6	1,2	1,5	3
	32	0,6	1,2	1,5	3
C	2	1,2	4	6	6
	6	0,8	1,5	3	4
	10	0,6	1,2	2,5	3
	16	0,6	1,2	2	3
	20	0,6	1,2	2	3
	25	0,6	1	1,5	2,5
	32	0,6	1	1,5	2,5

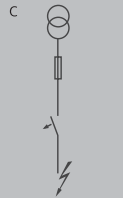
TABELA 3.7 VALORES LIMITES DE SELETIVIDADE ENTRE DISJUNTORES TERMOMAGNÉTICOS 5SX2 E 5SP4

Disjuntores termomagnéticos		Fusíveis NH ou Diazed à montante					
Características	I_n (A)	50 A	63 A	80 A	100 A	125 A	160 A
C	< 4	Não é necessario respaldo até 50 kA					
	6	50	50	50	50	50	35
	10	50	50	50	50	50	30
	16	50	50	50	35	30	30
	20	50	50	50	35	25	25
	25	50	50	50	35	30	25
	32	50	50	50	35	30	25
	40	50	50	50	50	25	15
	50	50	50	50	50	25	15
	63	50	50	35	25	25	15

TABELA 3.8 VALORES LIMITES DE SELETIVIDADE ENTRE DISJUNTORES TERMOMAGNÉTICOS 5SX2 E FUSÍVEIS EXPRESSOS EM KA

Disjuntores termomagnéticos		Disjuntor compacto 3VL27 regulável à montante					
		500 A	630 A	800 A	1000 A	1250 A	1600 A
Características	I_n (A)	50 A	63 A	80 A	100 A	125 A	160 A
C	< 2	6	6	6	6	6	6
	4	4	4	4	4	4	4
	6	4,5	4,5	4,5	4	4	4
	10	4,5	4,5	4,5	4	4	4
	16	4,5	4,5	4,5	4	4	4
	20	4,5	4,5	4,5	4	4	4
	25	4,5	4,5	4,5	4	4	4
	32	4,5	4,5	4,5	4	4	4
	40	4,5	4,5	4,5	4	4	4
	50	-	4,5	4,5	4	4	4
	63	-	-	4,5	4	4	4

TABELA 3.9 VALORES LIMITES DE CÓPIA DE SEGURANÇA ENTRE DISJUNTORES TERMOMAGNÉTICOS 5SX2 E DISJUNTORES 3VL27 EXPRESSOS EM KA

Manobra de circuitos de iluminação

A conexão de lâmpadas é um caso muito particular pelo comportamento das mesmas quando estão acesas.

As lâmpadas incandescentes apresentam uma elevada corrente inicial (até 15 vezes mais que a nominal), mas somente por um breve instante. São classificadas conforme a categoria de serviço AC 5b que indica uma corrente levemente inferior àquela nominal. Deve ser considerado que um disjuntor termomagnético de característica C produz seu disparo instantâneo em um valor máximo de dez vezes mais que a corrente nominal. Por isso, na prática não é conveniente superar 60 % do valor nominal quando são ligadas lâmpadas incandescentes. **Deve ser levado em consideração o valor da corrente nominal do disjuntor ao selecionar a seção do condutor.**

Em lâmpadas de descarga, o valor da corrente de inserção é consideravelmente menor, mas muito mais prolongada. São classificadas conforme a categoria de serviço CA 5a quando se trata de lâmpadas com compensação por meio de capacitores, a conexão destas exige adicionalmente para os contatos do disjuntor uma classificação conforme a categoria de serviço CA 6b. Recomenda-se escolher o disjuntor termomagnético, e na pior das hipóteses, a tabela facilitará a seleção do mesmo.

Manobra de circuitos de corrente contínua

Todos os disjuntores termomagnéticos da Siemens são adequados para serem utilizados em circuitos de corrente contínua, monopolares de até 60 V CC e bipolares até 125 V CC.

Para tensões maiores, devem ser utilizados disjuntores termomagnéticos da execução especial 5SX5 ou 5SY5. Estes se diferenciam dos disjuntores-padrão porque possuem ímãs permanentes nas câmaras de extinção para apoiar a extinção do arco. Por este motivo, considerando a diferença dos demais, é indicada uma polaridade que deve ser respeitada indefectivelmente. **A tensão mínima de acionamento é de 24 VCC** para tensões menores não é possível garantir o fechamento do contato já que a poluição ambiental pode formar películas isolantes que impeçam sua vinculação galvânica.

Disjuntores termomagnéticos 5SX2		Lâmpadas de descarga					
		Convencional		Eletrônico			
Característica	I_n (A)	S/COMP	COMP		150 W	250 W	400 W
C	< 2	6	6	6	6	6	6
	4	4	4	4	4	4	4
	6	4,5	4,5	4,5	4	4	4
	10	4,5	4,5	4,5	4	4	4
	16	4,5	4,5	4,5	4	4	4
	20	4,5	4,5	4,5	4	4	4
	25	4,5	4,5	4,5	4	4	4
	32	4,5	4,5	4,5	4	4	4
	40	4,5	4,5	4,5	4	4	4
	50	-	4,5	4,5	4	4	4
	63	-	-	4,5	4	4	4

TABELA 3.10 QUANTIDADE DE LÂMPADAS PARA SEREM ACIONADAS POR UM DISJUNTOR TERMOMAGNÉTICO MONOPOLAR

Auto-avaliação

1. Os diferentes tipos de curvas de atuação protegem do mesmo modo um condutor - verdadeiro ou falso?
2. Um disjuntor termomagnético com curva de disparo C é adequado para proteger motores – verdadeiro ou falso?
3. Um disjuntor termomagnético é adequado para proteger um contator – verdadeiro ou falso?
4. Existem disjuntores termomagnéticos sem disparador térmico – verdadeiro ou falso?
5. Um disjuntor com capacidade de interrupção indicada conforme NBR IEC 60947-2 é de maior qualidade – verdadeiro ou falso?
6. Os valores de capacidade de interrupção conforme NBR NM 60898 e NBR IEC 60947-2 indicam o mesmo – verdadeiro ou falso?
7. Capacidade de interrupção é a capacidade de dominar uma corrente de curto-circuito – verdadeiro ou falso?
8. A seletividade entre dois disjuntores termomagnéticos está limitada a um valor máximo da corrente de curto-circuito – verdadeiro ou falso?
9. O fusível pode oferecer backup a um disjuntor termomagnético quando a capacidade de interrupção deste não é suficiente – verdadeiro ou falso?
10. Os disjuntores termomagnéticos podem proteger circuitos de corrente contínua – verdadeiro ou falso?

Respostas na página 185

4 Dispositivo Diferencial Residual (DR)

Generalidades

Os dispositivos DR estão destinados a proteger a vida das pessoas contra contatos diretos acidentais em componentes energizados. Além disso, protegem os edifícios contra o risco de incêndios provocados por correntes de fuga à terra. Não incluem nenhum tipo de proteção contra sobrecargas ou curto-circuitos entre fases ou entre fase e neutro. O funcionamento baseia-se no princípio de que a soma das correntes que entram e saem de um ponto, tem zero como resultado.

Assim, em um circuito trifásico, as correntes que fluem pelas fases serão compensadas com a do neutro, somando vetorialmente zero em cada momento. Do mesmo modo, em um circuito monofásico a corrente da fase e a do neutro são em todo momento iguais, a menos que haja uma falha de isolamento. Neste caso, parte da corrente fluirá para o terra. Essa corrente do fio terra, chamada corrente de fuga, será detectada por meio de um transformador toroidal que tem o dispositivo DR e desligará o circuito com falha. Quando uma pessoa toca acidentalmente uma parte energizada também produz uma corrente para o terra que será detectada pelo dispositivo DR, protegendo assim a pessoa. Para verificar o funcionamento do dispositivo DR, o mesmo conta com um botão de teste

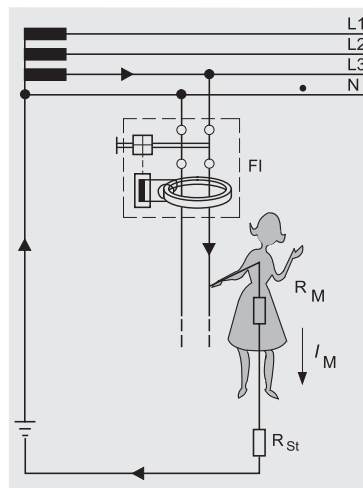
FIG 4.1 ESQUEMA DE PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO. PROTEÇÃO ADICIONAL EM CONTATO DIRETO DE PARTES ATIVAS

I_M CORRENTE CIRALANTE PELO CORPO
R_M RESISTÊNCIA INTERNA DA PESSOA
R_{ST} RESISTÊNCIA DE CONTATO DO LOCAL

FOTO 4.1 DISPOSITIVO DR BIPOLAR

FOTO 4.2 DISPOSITIVO DR TETRAPOLAR

que simula uma falha, verificando todo o mecanismo. **O botão de teste deverá ser acionado periodicamente, por exemplo, a cada seis meses.**

Características

- Atuação em forma independente da tensão da rede, ou seja, segurança intrínseca. A interrupção do condutor neutro ou a falta de alguma das fases em um sistema de distribuição trifásico não afetam o correto funcionamento do dispositivo DR nos casos de correntes de fuga à terra.
- Contatos totalmente não-soldáveis, o que garante uma segura abertura dos contatos em todas as situações de serviço. Se uma corrente de falha superar a capacidade de interrupção do dispositivo DR, é interrompida a via de corrente sem permitir a soldagem do contato envolvido.
- Por sua construção, a sensibilidade do dispositivo DR aumenta à medida que avança seu desgaste. Chega ao final de sua vida útil quando o dispositivo DR já não permite ser fechado.
- A alavanca do dispositivo DR é do tipo de disparador livre. Isto significa que o dispositivo DR atuará por falha, ainda com a alavanca de acionamento travada por fora.

Projeto

Os dispositivos DR Siemens pertencem à última geração com seu projeto modular padronizado.

Sua forma construtiva, especialmente reduzida, de 55 mm entre a borda superior do perfil de fixação e a borda superior do diferencial, e uma altura de 90 mm, os torna apropriados para serem montados juntos com disjuntores termomagnéticos em quadros de distribuição, sendo embutidos ou posicionados em garras de muito pouca profundidade.

Os terminais estão totalmente protegidos para evitar o contato acidental e são adequados para a utilização de condutores sem terminais.

Muitos Dispositivos DR do mercado utilizam graxa como lubrificante para o circuito de disparo. Mas está demonstrado que o uso desses lubrificantes nesses dispositivos pode ocasionar um mal funcionamento do dispositivo DR. **Como líder tecnológico, a Siemens fabrica há mais de 30 anos dispositivos DR sem graxa nem óleos, proporcionando mais segurança e vida útil dos seus produtos.**

Fixação

Simples e rápida sobre trilho padronizado conforme DIN EN 50 022 de 35 mm.

Os dispositivos DR Siemens podem ser montados em qualquer posição.

Limites de desprendimento

Conforme a norma IEC 60 479, existe uma relação entre a freqüência e a corrente sob a qual um indivíduo é incapaz de atuar por si só para separar-se do ponto de aplicação da corrente.

As curvas anteriores nos demonstram que as correntes das redes de distribuição industriais de 50 Hz são as

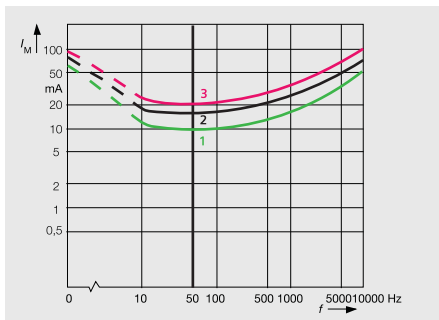



FIG 4.2 LIMITE DE DESPRENDIMENTO CONFORME IEC 60 479 PODEM SER SEPARADOS.
CURVA 3 – 0,5% DAS PESSOAS.
CURVA 2 – 50% DAS PESSOAS.
CURVA 1 – 99,5% DAS PESSOAS

mais perigosas, e que correntes muito baixas são recebidas com dor e são perigosas para as pessoas. Somente dispositivos que funcionam de forma eficaz e rápida podem garantir a segurança das pessoas afetadas.

Sensibilidade

Os dispositivos DR são oferecidos em intensidades de fuga nominais de 10 mA, 30mA e 300 mA.

De acordo com a norma IEC 60 479, que divide os efeitos da corrente que circula no corpo humano em quatro áreas, observamos que a proteção da vida humana se consegue com a utilização de dispositivos DR com uma sensibilidade menor ou igual a 30 mA.

Os dispositivos DR de 100, 300 e 500 mA somente são aplicáveis para a proteção contra incêndios. **É possível aumentar a sensibilidade de um dispositivo DR tetrapolar, utilizando-o como bipolar, passando duas vezes a corrente por ele. Sua corrente de fuga será então de 15 mA.**

Uma maior sensibilidade ou a aplicação de dispositivos DR em circuitos de grande intensidade de corrente podem causar desligamentos por correntes de perda operacionais, como as produzidas por harmônicas de tensão ou ativação de operação de disjuntores de grandes portes. Para proteger circuitos maiores a 125 A e até 400 A contra correntes de fuga, pode-se recorrer a disjuntores compactos SENTRON 3VL.

Zonas	Limites	Efeitos Fisiológicos
AC-1	Até 0.5 mA - Curva a	Percepção possível, mas geralmente não causa reação.
AC-2	0.5 mA até curva b	Provável percepção e contrações musculares involuntárias, porem sem causar efeitos fisiológicos.
AC-3	A partir da curva b para cima	Fortes contrações musculares involuntárias, dificuldade respiratória e disfunções cardíacas reversíveis. Podem ocorrer imobilizações e os efeitos aumentam com o crescimento da corrente elétrica, normalmente os efeitos prejudiciais podem ser revertidos.
AC-4	Acima ca curva c1	Efeitos patológicos graves podem ocorrer inclusive paradas cardíacas, paradas respiratórias e queimaduras ou outros danos nas celulas. A probabilidade de fibrilação ventricular aumenta com a intensidade da corrente e do tempo.
	c1-c2	AC-4.1 Probabilidade de fibrilação ventricular aumentada até aproximadamente 5%
	c2-c3	AC-4.2 Probabilidade de fibrilação ventricular de aproximadamente 50%
	Além da curva c3	AC-4.3 Probabilidade de fibrilação ventricular acima de 50%

FIG 4.3 FAIXAS DE INTENSIDADE DE CORRENTE CONFORME IEC 60 479

Tipos de corrente

Os dispositivos DR habituais que estão projetados para funcionar somente com corrente alternada são do tipo AC.

Por razão do uso de aparelhos eletrodomésticos ou industriais com componentes eletrônicos, em casos de falhas de isolamento, podem circular correntes não senoidais também perigosas. Para isso, foram fabricados os disjuntores do tipo A capazes de disparar tanto com correntes de fuga alternadas senoidais como com correntes contínuas pulsantes. Existem, além disso, dispositivos DR que podem funcionar com correntes contínuas puras que são os do tipo B.

Resistência à surtos de tensão

Para ondas de tensão com comprimento de onda de 8-20 microsegundos, um dispositivo DR tipo AC é resistente para correntes até 300A, um tipo A até 1 kA e um tipo B até 3 kA.

Graças a esta propriedade, os dispositivos DR Siemens evitam os desligamentos involuntários durante as tempestades com presença de raios, e além disso, os dispositivos DR se tornam mais seguros contra os desligamentos por vibrações e os surtos de tensões produzidos pela carga dos capacitores, por exemplo as fontes chaveadas de computadores.

Capacidade de interrupção nominal

As correntes de fuga nem sempre são baixas, em algumas ocasiões podem alcançar valores de correntes de curto-circuito, por exemplo, quando uma fase é conectada diretamente ao fio terra. Por isso, apesar do dispositivo DR não ser um disjuntor propriamente dito e não possuir capacidade de interrupção, deve ter a capacidade de interrupção (Im) de acordo com a norma NBR NM 61008-1, suficiente para poder interromper estas correntes.

A capacidade de interrupção dos dispositivos DR é de 800 A.

Caso a capacidade interrupção nominal não seja suficiente para enfrentar uma suposta corrente de curto-circuito, deverão ser utilizados fusíveis de proteção de backup, normalmente à montante. Desta maneira, utilizando fusíveis de característica gL-gG até 63 A para dispositivos bipolares e de 100 A para os tetrapolares, podem ser obtidos interrupções de até 10 kA.

Outra solução é utilizar blocos diferenciais associados a disjuntores termomagnéticos (conforme a norma IEC 61 009).

Seletividade

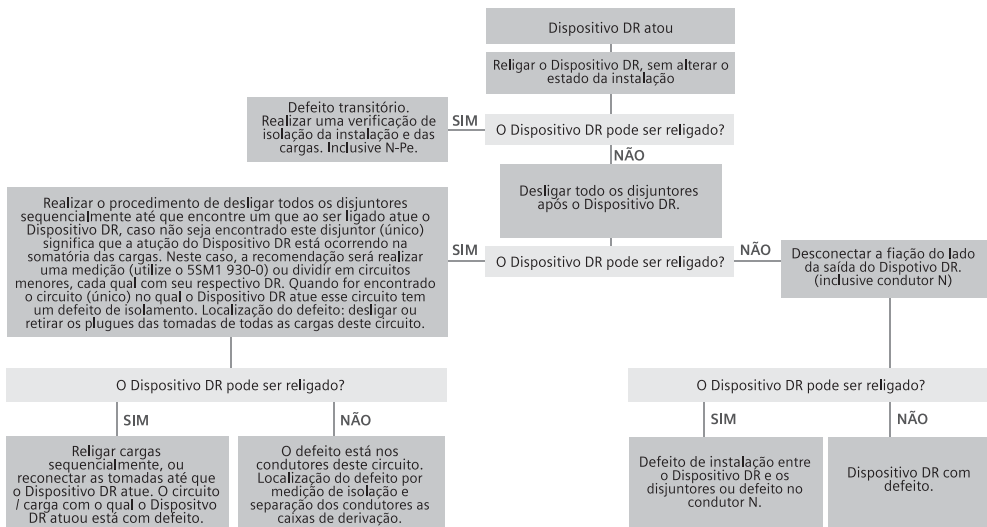
Normalmente, os dispositivos DR têm uma característica de abertura instantânea. Isto significa que os dispositivos DR não podem ser conectados em série para se obter uma desconexão seletiva no caso de correntes de falha. **Para se obter a seletividade quando são conectados dispositivos DR em série, o dispositivo DR à montante tem que ter uma sensibilidade menor (corrente de fuga maior), ou um atraso de abertura.**

Ambas as medidas fazem perder o objetivo de proteger as pessoas contra contato direto.

Diagrama Elétrico / Execução	Corrente nominal residual IΔn	Corrente nominal In	Tipo AC	Tipo A	Proteção de curto-circuito	
Bipolar[1] 220 V / 127 VCA (Fase e Neutro ou Fase a Fase)	10mA	16A	5SM1 111-0	5SM1 111-6	63A	16A
	30mA	25A	5SM1 312-0 MB	5SM1 312-6	63A	25A
		40A	5SM1 314-0 MB	5SM1 314-6	63A	40A
		63A	5SM1 316-0	5SM1 316-6	100A	63A
		80A	5SM1 317-0	5SM1 317-6	100A	80A
		100A	5SM3 318-0KK	5SM3 318-6KK	125A	100A
		125A	5SM3 315-0KK	5SM3 315-6KK	125A	125A
	300mA	25A	5SM1 612-0	5SM1 612-6	63A	25A
		40A	5SM1 614-0	5SM1 614-6	63A	40A
		63A	5SM1 616-0	5SM1 616-6	100A	63A
		80A	5SM1 617-0	5SM1 617-6	100A	80A
		100A	5SM3 618-0KK	5SM3 618-6KK	125A	100A
		125A	5SM3 615-0KK	5SM3 615-6KK	125A	125A
Tetrapolar 380 V / 220 VCA (3 Fases e Neutro) ou (2 Fases e Neutro)[4]	30mA	25A	5SM1 342-0 MB	5SM1 342-6	100A	25A
		40A	5SM1 344-0 MB	5SM1 344-6	100A	40A
		63A	5SM1 346-0 MB	5SM1 346-6	100A	63A
		80A	5SM1 347-0	5SM1 347-6	100A	80A
		125A	5SM3 345-0	5SM3 345-6	125A	125A
	300mA	25A	5SM1 642-0	5SM1 642-6	100A	25A
		40A	5SM1 644-0	5SM1 644-6	100A	40A
		63A	5SM1 646-0	5SM1 646-6	100A	63A
		80A	5SM1 647-0	5SM1 647-6	100A	80A
		125A	5SM3 645-0	5SM3 645-6	125A	125A

Notas: 1) Verificar dimensões , pois a Siemens fabrica com largura de 36mm e 45mm. 2) Botão de teste para simular o disparo. 3) Botão de teste para simular o disparo, aplicável ao 5SM3 de 125A. 4) Em redes de 2 ou 3 condutores, deve ser observado a ligação de botão de teste conforme diagramas elétricos (ver nota 2 e 3), para permitir o disparo por simulação da fuga pelo botão de teste. 5) Corrente máxima de interrupção até 10kA.

TABELA 4.1 RESUMO DE SELEÇÃO DE INTERRUPTORES DIFERENCIAIS

Como detectar uma falha de isolamento

Algumas perguntas frequentes

- **Por que o dispositivo DR não foi ativado se eu senti o choque elétrico?**
  De acordo com a Norma NBR NM 61008-1 o dispositivo DR deve atuar entre a metade e o valor nominal da corrente de fuga nominal. Para um dispositivo DR habitual de 30 mA, isto significa que deve ser ativado entre 15 e 30 mA (veja Figura 4.3). A Siemens ajusta seus dispositivos DR em 22 mA. Conforme a mencionada Figura 4.3, o valor de 15 mA já está dentro da área AC-2 que já “se sente”, e inclusive alcança a área AC-3 de “dor”.

- **Pode ser invertida a alimentação de um dispositivo DR?**
  Sim. O dispositivo DR pode ser alimentado tanto desde os terminais superiores quanto desde os terminais inferiores.

- **Por que o dispositivo DR não foi ativado se eu senti o choque elétrico?**
  De acordo com a Norma NBR NM 61008-1 o dispositivo DR deve atuar entre a metade e o valor nominal da corrente de fuga nominal. Para um dispositivo DR habitual de 30 mA, isto significa que deve ser ativado entre 15 e 30 mA (veja Figura 4.3). A Siemens ajusta seus dispositivos DR em 22 mA. Conforme a mencionada Figura 4.3, o valor de 15 mA já está dentro da área 2 que já “se sente”, e inclusive alcança a área 3 de “dor”.

- **Pode ser invertida a alimentação de um dispositivo DR?**
  Sim. O dispositivo DR pode ser alimentado tanto desde os terminais superiores quanto desde os terminais inferiores.

- **Podem ser invertidas as conexões de um dispositivo DR?**
  Sim. Um dispositivo DR não distingue neutro de fase ou as diferentes fases entre si. A numeração de terminais é feita conforme uma organização dos terminais, mas não é funcional.

- **Pode ser utilizado um dispositivo DR tetrapolar em um circuito monofásico?**
  Sim. Mas deve ser levado em conta que é necessário ligar cabos ao contato do neutro para que o botão de teste possa funcionar.

- **Pode ser prescindida a conexão de aterramento dos equipamentos?**
  Por força de NBR 5410, não. O dispositivo DR é uma proteção **complementar** à conexão de aterramento. Desta maneira, o dispositivo DR desligará a carga antes que alguma pessoa sofra a desagradável experiência de sofrer um choque elétrico, porém se não existir o condutor de terra - PE o dispositivo DR funcíonario.

- **Um dispositivo DR bipolar pode ser utilizado em um circuito de comando 24 VCA?**
  Uma tensão de 24 VCA não pode fazer circular, por uma pessoa, uma corrente de fuga que produza o disparo do dispositivo DR. Para propósitos práticos, somente seria útil para proteger a instalação contra incêndios.

- **Um dispositivo DR pode ser utilizado em um circuito de corrente contínua?**
  O dispositivo DR de execução convencional pode ser utilizado em qualquer circuito de corrente alternada. Mas, por ter um transformador, não é adequado para corrente contínua ou alternada, sendo que para estes casos é necessário recorrer a execuções especiais.

- **Um dispositivo DR pode ser utilizado em um circuito de alimentação de computador?**
  Sim. Estes devem ser instantâneos para preservar a segurança das pessoas. Mas devem ser levadas em consideração as perdas produzidas pelas freqüências harmônicas por razão das fontes comutadas que podem ativar o dispositivo DR. Isto deve ser realizado com um bom critério de divisão de circuitos para permitir uma adequada prestação de serviço.

Auto-avaliação

1. É possível instalar dispositivos DR de IΔn 30 mA em circuitos com inversor de freqüência - verdadeiro ou falso?
2. O dispositivo DR protege os cabos contra sobrecarga – verdadeiro ou falso?
3. O dispositivo DR deve ser testado semestralmente – verdadeiro ou falso?
4. O dispositivo DR tem polaridade – verdadeiro ou falso?
5. Se for instalado um dispositivo DR, podem ser dispensados os fusíveis ou os disjuntores – verdadeiro ou falso?
6. O dispositivo DR protege uma pessoa que toca em dois condutores ativos simultaneamente – verdadeiro ou falso?
7. O dispositivo DR com uma corrente de falta nominal de 300 mA protege pessoas contra eletrocussão – verdadeiro ou falso?
8. O dispositivo DR também protege a instalação contra incêndio – verdadeiro ou falso?
9. O dispositivo DR impede que seja sentida a descarga elétrica – verdadeiro ou falso?
10. O dispositivo DR protege uma pessoa diante de um contato acidental com uma parte sob tensão – verdadeiro ou falso?
11. Além disso, convém colocar as partes metálicas do dispositivo DR em instalação de aterramento – verdadeiro ou falso?
12. O dispositivo DR detecta falhas de isolamento e se ativa – verdadeiro ou falso?
13. O dispositivo DR tetrapolar pode ser utilizado em circuitos monofásicos – verdadeiro ou falso?
14. O dispositivo DR bipolar também se ativa se for cortado um cabo – verdadeiro ou falso?
15. Convém colocar em cada circuito um dispositivo DR – verdadeiro ou falso?

Respostas na página 185

5 Dispositivos de Proteção contra Surtos - DPS

Generalidades

As sobretensões destroem um número considerável de aparelhos e sistemas elétricos e eletrônicos. Estes danos não estão limitados aos sistemas industriais e empresariais, mas também afetam as instalações de edifícios e inclusive os aparelhos de uso diário no âmbito doméstico. Sem medidas que protejam de maneira eficaz contra as sobretensões, são gastos, valores consideráveis em reparações ou novas aquisições. É claro então que as medidas de proteção para a prevenção dos danos causados por sobretensões são interessantes tanto para o âmbito doméstico quanto para o âmbito comercial ou industrial.

É importante que todas as linhas que estão conectadas a um aparelho sejam protegidas com um dispositivo de proteção contra surtos adequado (assim como todos os aparelhos têm alimentação de energia elétrica). Além disso, por exemplo, os aparelhos de televisão necessitam de um sinal de recepção que entra através da linha de antena. E independentemente de o sinal ser fornecido por uma antena ou através do cabo de banda larga deve ser protegido tanto a entrada da antena quanto a alimentação de energia elétrica do aparelho de televisão.

Instalações comerciais e aplicações industriais
- Controle de aquecimento
- Iluminação externa
- Controle de persianas
- Sistemas automáticos para portas de garagens
- Controle do sistema de comando central
- Ar-condicionado
- Sistemas de alarme
- Sistemas de detecção de incêndios
- Vigilância por vídeo
- Organizador de controle de processo

Equipamentos de escritório
- Computadores
- Impressoras
- Equipamentos de telecomunicações
- Aparelhos de fax
- Fotocopiadoras

Ambiente doméstico
- Lava-louças
- Lavadoras de roupas
- Secadoras de roupas
- Cafeteiras elétricas
- Rádio-relógio

- Geladeiras
- Freezers
- Microondas
- Fogões elétricos
- Aparelhos telefônicos

Lazer e passatempo

- Aparelhos de televisão
- Amplificadores de antena
- Aparelhos de vídeo
- Reprodutores de DVD
- Equipamentos de alta fidelidade (Hi-Fi)
- Computadores
- Aparelhos de som
- Equipamentos de rádio

Levando em conta o valor total dos bens a serem protegidos, a instalação dos dispositivos de proteção adequados quase sempre vale a pena, inclusive quando se trata de evitar um só caso de destruição de um sistema ou aparelho eletro-eletrônico. Por outro lado, se os parâmetros de potência não forem excedidos, os aparelhos de proteção contra sobretensões atuam em inúmeras ocasiões, e por isso, oferecem um benefício muito maior para o usuário.

O conceito universal de proteção contra sobretensões transitórias

As sobretensões transitórias ocorrem por causa de descargas de raios, operações de manobra em circuitos elétricos e descargas eletrostáticas. Sem as medidas de proteção adequadas em forma de pára-raios e de dispositivos de proteção contra surtos, nem sequer um robusto sistema de alimentação de baixa tensão de um edifício ou de uma fábrica industrial é capaz de resistir a energia de uma descarga atmosférica. As sobretensões são muito curtas e têm uma duração de milionésimos de segundo. Não obstante, as tensões costumam apresentar níveis muito elevados e, portanto, são capazes de destruir os circuitos impressos de um sistema. Embora um aparelho elétrico ou eletrônico cumpra os critérios do ensaio de resistência à tensões conforme o IEC 61000-4-5, esse aparelho não é necessariamente capaz de resistir de maneira indestrutível a todos os efeitos ambientais com referência à compatibilidade eletromagnética (EMC). Para evitar que as sobretensões destruam os equipamentos elétricos é preciso proteger todas as interfaces que estejam expostas a estes riscos, tais como as entradas de sinais e os componentes da alimentação de energia elétrica, com dispositivos de proteção contra sobretensões.

Conforme o caso de aplicação, os componentes como os dispositivos de proteção contra surtos a base de gás, deverão ser instalados de forma individual ou combinada no circuito de proteção, já que os componentes se distinguem por suas características de descarga e por seus limites.

Danos ocasionados por sobretensões

As sobretensões têm um alto risco de causar danos ou destruir sistemas elétricos e eletrônicos. Nos últimos anos foi observado um notável aumento da freqüência de sinistros e do valor total dos danos e prejuízos. As estatísticas das empresas seguradoras refletem essa tendência de maneira clara e precisa. E com freqüência, os danos e as destruições dos aparelhos costumam ocorrer justamente quando os usuários não podem prescindir da disponibilidade permanente destes aparelhos.

Além dos gastos de reposição ou reparos, surgem custos adicionais por razão dos tempos de parada dos componentes afetados ou por perda de software e dados. Em geral, os danos se manifestam em forma de cabos destruídos, aparelhos de manobra danificados, e inclusive podem chegar a alcançar níveis de sinistro tão sérios como a destruição mecânica evidente da instalação elétrica de um edifício. Estes danos podem ser evitados com a ajuda de pára-raios e de dispositivos de proteção contra surtos.

A atual sociedade industrial está sustentada por potentes sistemas de informação. Qualquer avaria ou falha em tais sistemas pode resultar em graves consequências e inclusive provocar a falência de uma empresa industrial ou de prestações de serviços. Estas falhas podem ocorrer por causas muito diversas, com as influências eletromagnéticas como fator de suma importância.

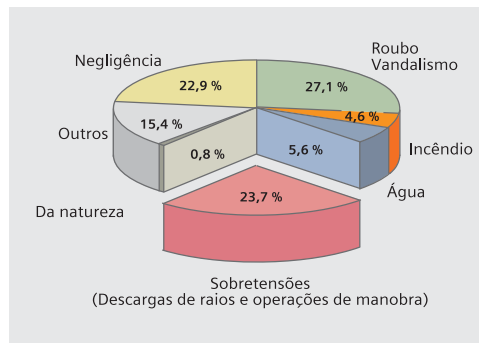



GRÁFICO 17.1

Causas das sobretensões transitórias

As sobretensões ocorrem em duas categorias classificadas por causa:

- **LEMP (Lightning Electromagnetic Pulse)**
  – sobretensões provocadas por influências atomosféricas (por exemplo, quedas de raios diretas, campos eletromagnéticos de descarga).
- **SEMP (Switching Electromagnetic Pulse)**
  – sobretensões provocadas por operações de manobra (por exemplo: desconexão de curto-circuitos, manobras de cargas em serviço).

As sobretensões diretas que se apresentam por conseqüência de uma tempestade têm sua causa em uma descarga direta-próxima ou na descarga distante de um raio (figura 5.1).

As descargas diretas ou próximas são quedas de raios no sistema de pára-raios de um edifício, em suas imediações ou nos sistemas que conduzem a eletricidade para um edifício (por exemplo, alimentação de baixa tensão, linhas de sinal e de comando). Por razão de sua amplitude e da energia que transportam, as correntes de descarga e as tensões de descarga constituem uma especial ameaça para o sistema a ser protegido.

Em caso de uma queda direta ou próxima do raio, as sobretensões (como mostra a figura 5.1), são formadas pela queda de tensão da resistência de descarga contra o fio terra e o aumento do potencial provocado do edifício com referência ao ambiente afastado. Isso constitui a carga mais intensa a qual podem estar expostos os sistemas elétricos de um edifício.

Os parâmetros típicos da corrente de descarga t em circulação (valor de pico) velocidade de aumento da intensidade, conteúdo da carga, energia específica, podem ser expostos na forma da onda de descarga de 10-350 µs (veja a ilustração Exemplos de intensidades de choque de ensaio), e estão definidos nas normas internacionais, européias e nacionais, como intensidade de ensaio para componentes e aparelhos para a proteção em caso de descargas diretas.

Além da queda de tensão na resistência de descarga contra o fio terra, são geradas sobretensões no sistema elétrico do edifício e nos sistemas e aparelhos conectados, por razão do efeito de indução do campo eletromagnético de descarga (Caso 1b da figura 5.3).

A energia destas sobretensões induzidas e as conseqüentes correntes de impulsos são muito menores que a da corrente de descarga com uma onda de superintensidade de 8-20 µs.

Portanto, os componentes e aparelhos que não tenham que conduzir as intensidades procedentes de quedas de raios diretas são verificados com corrente de descarga de 8-20 µs.

O conceito de proteção

As descargas distantes são quedas de raios que ocorrem muito longe do objeto a ser protegido, quedas de raios na rede de linhas aéreas de média tensão média ou em suas imediações ou descargas de raios entre nuvens que estão representadas nos casos 2a, 2b e 2c da figura 5.3. De maneira equivalente às sobretensões induzidas, são controlados os efeitos das descargas distantes sobre o sistema elétrico de um edifício, por meio de aparelhos e componentes que estão projetados conforme a onda de superintensidade de 8-20 µs.

As sobretensões causadas por operações de manobra são produzidas entre outras coisas por:

- desconexão de cargas indutivas (por exemplo: transformadores, bobinas, motores);
- ignição e interrupção de arcos voltaicos (por ex.: aparelhos de soldagem por arco);
- disparo de fusíveis.

Os efeitos das operações de manobra sobre o sistema elétrico de um edifício são simulados igualmente com correntes de choque com forma de onda de 8-20 µs para fins de ensaio. É importante levar em conta todas as causas que possam provocar sobretensões. Para este fim, se aplica o modelo das áreas de proteção contra raios especificado em IEC 62305-4 ilustrado na figura 5.2. Com este modelo, o edifício se divide em áreas com diferentes níveis de perigo.

Estas áreas permitem determinar os aparelhos e componentes que são necessários para obter a devida proteção contra raios e sobretensões.

Dados gerais

Um modelo das áreas de proteção contra raios que corresponda aos requisitos de EMC inclui a proteção externa contra impactos de raios (com dispositivo captor ou terminal aéreo, sistema de descarga, sistema de aterramento, o nivelamento de potencial, o isolamento do ambiente e o sistema de proteção contra sobretensões para o sistema de gestão energética e de informação. As zonas de proteção contra raios (termo em inglês Lightning Protection Zones LPZ) estão definidas conforme as especificações que aparecem na tabela 5.2.

	I_{max} [kA]	Forma de onda [µs]	Q [As]	W/R [J/Ω]
1 Intensidade da descarga de ensaio para pára-raios	100	10/350	50	$2{,}5 \times 10^6$
2 Intensidade da descarga ensaio para dispositivos de proteção contra surtos	8	8/20	0,1	$0{,}4 \times 10^3$

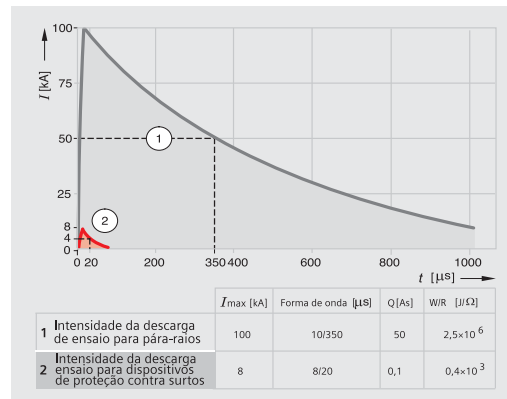



TABELA 5.1 EXEMPLOS DE INTENSIDADES DESCARGA DE ENSAIO

Zona de proteção contra raios	Descrição
LPZ 0 A	Zona em que os aparelhos estão expostos às quedas diretas de raios e que por isso a proteção deve conduzir toda a intensidade de corrente de descarga. Aquí ocorre o campo eletromagnético não atenuado.
LPZ 0 B	Zona em que os aparelhos estão expostos às quedas diretas de raios, mas nas quais aparelhos ocorrem o campo eletromagnético não atenuado.
LPZ 1	Zona em que os aparelhos estão expostos às quedas diretas de raios e nas quais as intensidades estão limitadas frente a zona 0_A. Dependendo das medidas de isolamento, o campo eletromagnético pode estar atenuado nesta zona.
LPZ 2 LPZ 3	É requerida uma redução adicional das intensidades conduzidas e/ou do campo eletromagnético para as zonas subsequentes. Os requisitos destas zonas devem ser orientados pelas características do sistema a ser protegido.

TABELA 17.2 DEFINIÇÃO DAS ÁREAS DE PROTEÇÃO CONTRA RAIOS

Dados gerais

De acordo com as exigências e as cargas que estejam expostas em seu local de instalação, os de proteção contra sobretensões estão classificados em pára-raios, dispositivos de proteção contra surtos e combinações de DPSs.

As exigências mais rigorosas quanto à capacidade de descarga devem ser cumpridas pelos pára-raios e pelas combinações de dispositivos de proteção contra surtos que tenham que realizar a função de transição da área de proteção LPZ 0A a LPZ 1 ou de LPZ 0A a LPZ 2. Estes DPS's devem estar em condições de conduzir as correntes parciais de descarga om forma de onda 10-350μ várias vezes de forma indestrutível, para evitar que as correntes parciais de descarga entrem no sistema elétrico de um edifício. Na área de transição da área de proteção LPZ 0B a LPZ 1 ou na área de transição do pára-raios disposto a seguir nas áreas de proteção LPZ 1 a LPZ 2 e superior, são utilizados dispositivos de proteção contra surtos para proteger contra sobretensões. Sua função consiste em seguir atenuando o nível residual das etapas de proteção antepostas e de limitar as sobretensões, independentemente se sua origem se deve a uma indução ao sistema ou se foram geradas no próprio sistema.

As medidas de proteção especificadas contra raios e sobretensões nas áreas limite das zonas de proteção contra raios valem tanto para o sistema de gestão energética como o de informação. O total das medidas especificadas no modelo de áreas de proteção contra raios que correspondem às exigências EMC proporciona uma disponibilidade permanente do sistema com infra-estrutura moderna.

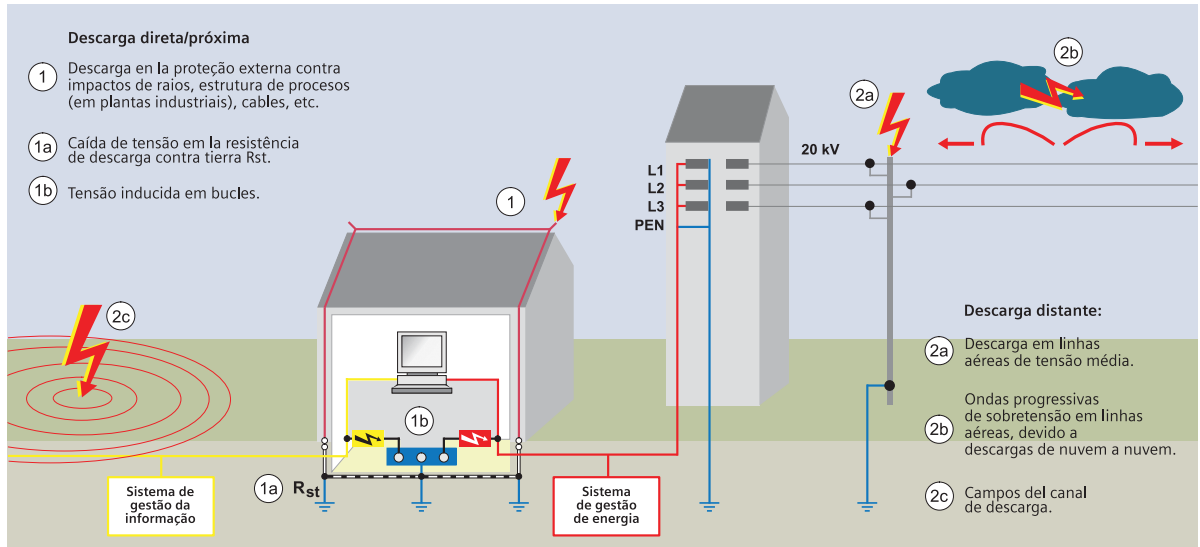



FIG 5.1 CAUSAS DAS SOBRETENSÕES POR DESCARGAS DE RAIOS

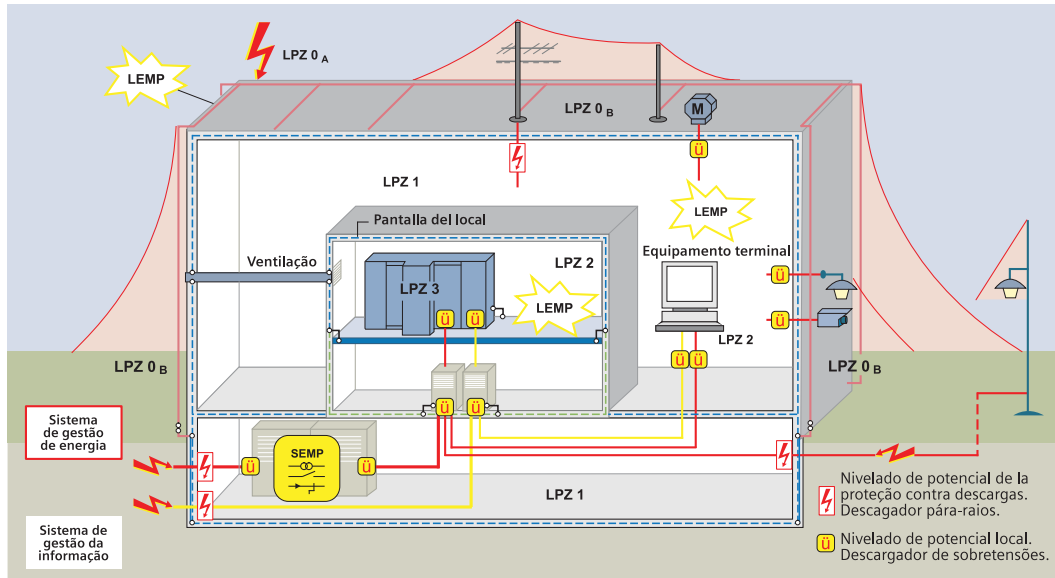



FIG 5.2 MODELOS DE ÁREAS DE PROTEÇÃO CONTRA RAIOS DIRECIONADOS PELOS CRITÉRIOS CEM

Matriz de seleção dos dispositivos de Proteção contra Surtos - DPS em instalações residenciais, comerciais e similares.

Modelos	5SD7 41		5SD7 44		5SD7 42/5SD7 46			5SD7 43	
Classe de exigência conforme a norma EM 61643-1	Classe 1		Classe 1 + 2		Classe 2			Classe 3	
Pólos	2 ou 4	3	2 ou 4	3	1	2 ou 4	3	2	4
Tipo de Rede	TT e TN-S	TN-C	TT e TN-S	TN-C	TT / TN	TT e TN-S	TN-C	TT e TN-S	
Corrente nominal de sobrecarga	-	-	-	-	20 kA	20 kA	20 kA	-	-
Corrente de descarga impulsiva ($I_{mín}$) kA	25/100	25/75	25/100	25/75	-	-	-	-	-
Corrente de descarga máxima ($I_{máx}$) kA	100	75	100	75	40	40	40	10	4.5
Corrente nominal A	-	-	-	-	-	-	-	26 A	26 A
Forma de Onda µs	10/350		10/350		8/20			8/20	
Tensão Nominal V CA	230/400		230/400		230/400			230	230/400
Tensão Asignada de Descarga (U_C) V CA	350		350		350/264			253	335
Nível de proteção (U_P) kV	≤1,5		≤1,5		≤ 1,4/1,5			≤1,5	≤ 1,2
Tempo de Resposta (t_A) ns	≤100		≤100		≤ 25/100			≤100	
Sinalização a Distância	Sim		Sim		Opcional			Sim	

Auto-avaliação

1. Quando é necessário instalar um dispositivo de proteção contra surtos - DPS?
   A que norma corresponde a classe de exigência Classe 1, 2 e 3?
3. Um DPS com uma forma de onda 10-350 µs pode ser substituída por um com uma forma de onda 8-20 µs – verdadeiro ou falso? Por quê?
4. Entre que áreas de proteção contra raios (LPZ) devem ser utilizados DPSs Classe 1 com forma de onda 10-350 µs?
5. Se cair um raio a uma distância de 1 km, podem ser induzidas as sobretensões na rede?

Respostas na página 186

6 Contatores Tripolares

Generalidades

O contator é o dispositivo de manobra mais utilizado na indústria e nas instalações elétricas prediais, sejam elas públicas ou privadas. É um dispositivo de manobra que permite a partida direta de motores assíncronos trifásicos, suportando uma corrente de partida várias vezes maior que a designada (7,2 vezes maior) conforme as normas IEC 947.

Mas a particularidade do contator é a originalidade de suas manobras. Trata-se de um eletroímã que aciona um porta-contatos. Temos assim um dispositivo de acionamentos com as características de um relé com o qual podemos realizar tarefas de automação, controle remoto e proteção de algo que os aparelhos de comando manuais não têm capacidade de fazer. Um contator de alta qualidade é um aparelho ágil, com uma longa vida útil e uma capacidade de manobra muito elevada.

O eletroímã é composto de duas partes: o sistema magnético ou núcleo (parte móvel e parte fixa) e a bobina. Como mostra a fi gura 6.1, a tensão de acionamento do contator é conectada à bobina, formando o denominado circuito de comando. Este circuito também é composto por botões de partida, de parada, de sinalização, etc.

A tensão da bobina deve ser escolhida conforme a tensão disponível no local de montagem e para os requerimentos de desenho do projeto.

FOTO 6.1 CONTATORES TRIPOLARES DA FAMÍLIA SIRIUS

Os contatos de manobra do contator são chamados contatos principais e realizam as tarefas de fechamento ou abertura do circuito e estão inseridos no porta-contatos, que é movido pela bobina. Os contatos principais são a parte mais delicada do contator, estão construídos com ligas de prata muito especiais. Desta forma, garante-se não somente uma manobra efetiva, mas também, uma vida útil muito elevada e evita-se que os contatos

grudem ou se destruam durante seu funcionamento normal.

Quando os contatos não são os adequados (por exemplo cópias ou falsificações), podem destruir o contator seja porque levam à trava do núcleo, queima dos terminais, da câmara de extinção, etc.

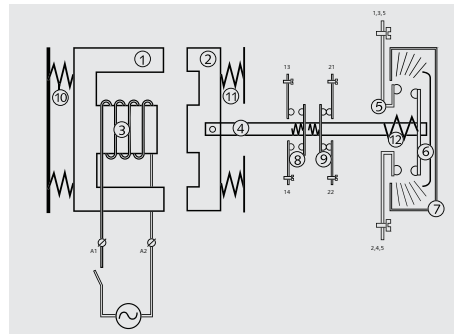



FIG. 6.1 FUNCIONAMENTO DE UM CONTATOR
1 – PEÇA FIXA DO NÚCLEO
2 – PEÇA MÓVEL DO NÚCLEO
3 – BOBINA DE ACIONAMENTO
4 – PORTA-CONTATOS
5 – CONTATO PRINCIPAL FIXO
6 – CONTATO PRINCIPAL MÓVEL
7 – CÂMARA DE EXTINÇÃO
8 – CONTATO AUXILIAR NA
9 – CONTATO AUXILIAR NF

Os contatores principais SIRIUS foram projetados para manobrar motores conforme a categoria de serviço AC-3: Podem ser utilizados para outras funções como, por exemplo, manobra de resistências para fornos (AC-1), condensadores (AC-6b), lâmpadas de descarga gasosa (AC-5a), motores em corrente contínua (DC-3), etc.

Os contatores SIRIUS até 25 A de corrente nominal (11 kW, 15 HP) não requerem câmara de extinção. Para correntes maiores é difícil manipular o arco de desconexão, por isso, para apoiar a função dos contatos principais, os contatores têm uma câmara de extinção, que é tão complexa quanto maior for o contator. A câmara de extinção é um auxiliar muito importante dos contatos, por esta razão, a cada substituição de contatos deve-se trocar a câmara de extinção. Como os contatores pequenos não a possuem, não é permitida a substituição de contatos principais. Outro elemento que constitui o contator são os contatos auxiliares que, também por estarem sujeitos ao porta-contatos, se movem quando a bobina do contator é acionada.

Como seu nome indica, não servem para acionar o motor, mas para cumprir com funções auxiliares como a auto-retenção no comando por botões ou a sinalização do estado de partida do motor por meio de lâmpadas de sinalização (olhos de boi).

Os contatos normalmente fechados (NF) de um dispositivo de acionamento são aqueles contatos auxiliares que permanecem fechados quando os contatos principais estão abertos, e se abrem quando os contatos principais se fecham. Por outro lado, são contatos normalmente abertos (NA) de um dispositivo de acionamento, aqueles contatos auxiliares que permanecem abertos quando os contatos principais estão abertos e se fecham quando estes são fechados.

Por razões de segurança, os contatos auxiliares devem ser acionados antes dos contatos principais, e nunca nenhum contato NA pode ser fechado simultaneamente com um NF.

Os contatos auxiliares podem estar incorporados ao contator (tamanho S00) ou instalados em blocos individuais de um, dois ou quatro contatos auxiliares combinados (NA e ou NF).

Na tabela 6.1, é indicada a máxima quantidade de contatos que é possível acoplar em um contator SIRIUS. É conveniente instalar os blocos de contatos auxiliares respeitando a simetria.

Contatos Auxiliares		
Tamanho	**Incorporados**	**Quantidade máxima**
S00	1 NA ou 1 NF	5 contatos
S0	Não	4 contatos
S2	Não	4 contatos
S3	Não	8 contatos
S6	2 NA + 2 NF	8 contatos
S10	2 NA + 2 NF	8 contatos
S12	2 NA + 2 NF	8 contatos

TABELA 6.1 CONTATOS AUXILIARES EM CONTATORES PRINCIPAIS

FOTO 6.2 DESGASTE DOS CONTATORES

Manutenção do contator
Além do contator ser seguro e de fácil utilização, é excelente no desempenho durante sua vida útil já que, praticamente, não requer manutenção. Aqui vão algumas recomendações:

Núcleo
Nunca deve ser lavado com solvente, pois seriam removidos os lubrificantes aplicados durante a confecção, que garantem até 30.000.000 de mano-

FOTO 6.3 BOBINA DO CONTATOR 3RT 1045 (TAMANHO S3)

FOTO 6.4 CONTATOR S00 COM MÓDULO DE CONTATOS AUXILIARES FRONTAIS

bras, conforme o tamanho. Deve-se limpá-lo com um pano, se estiver muito sujo com pó ou outro material.

Se o núcleo não fechar adequadamente, a bobina se queimará. Nunca limar o núcleo. Se estiver muito amassado ou danificado isso indica que o contator chegou ao final de sua vida útil e é hora de substituí-lo.

Bobina de acionamento

Ao substituir a bobina, observar se o núcleo se fecha adequadamente e se os contatos não travam o porta-contatos. **Uma tensão muito baixa não permite o correto fechamento do contator** e pode queimar a bobina ou o que é pior, danificar os contatos. Outra causa de destruição habitual da bobina é conectá-la a uma tensão de acionamento maior que a nominal. Os contatores SIRIUS do tamanho S00 não permitem a substituição da bobina de acionamento.

Contatos principais

Substituí-los somente se estiverem desgastados a tal ponto que se possa ver o material do portacontato debaixo deles (veja foto 6.2), ou se tiverem sido destruídos por um curto-circuito mal protegido.
Se for observada a formação de crateras, **não devem** ser limados. Simplesmente devem ser retiradas com uma pinça eventuais gotas de material.

Se os contatos estiverem pretos não significa que estejam desgastados, é possível continuar utilizando-os. Se desejar, limpe-os com um pano.

Os contatos dos contatores S00 e S0 (até 25 A) nunca devem ser substituídos porque são alteradas as características do contator e, além disso,

Contator Tripolar		Disjuntor - Característica C	
		Curto-circuito	Coordenação Tipo 1
Tamanho	Código	até	A
S00	3RT10 15-1AN11	1 kA	10
S00	3RT10 16-1AN11	1 kA	10
S00	3RT10 17-1AN11	1 kA	10
S0	3RT10 23-1AN20	3 kA	25
S0	3RT10 24-1AN20	3 kA	25
S0	3RT10 25-1AN20	3 kA	25
S0	3RT10 26-1AN20	3 kA	32

TABELA 6.2 PROTEÇÃO DE CONTATORES POR MEIO DE DISJUNTORES TERMOMAGNÉTICOS

Tamanho	Dados nominais para 3 x 400 V			Código	Proteção pela coordenação	
	Motores		Resistências Ie=AC-1		Tipo 1 Fusível NH	Tipo 2 Ie = AC-3
	Ie = AC-3	Pa= AC -3				
	A	kW	A		A	A
S00	7	3	18	3RT10 15-1AN11	35	20
	9	4	22	3RT10 16-1AN11	35	20
	12	5,5	22	3RT10 17-1AN11	35	20
S0	9	4	40	3RT10 23-1AN20	63	25
	12	5,5	40	3RT10 24-1AN20	63	25
	17	7,5	40	3RT10 25-1AN20	63	25
	25	11	40	3RT10 26-1AN20	100	35
S2	32	15	50	3RT10 34-1AN20	125	63
	40	18,5	60	3RT10 35-1AN20	125	63
	50	22	60	3RT10 36-1AN20	160	80
S3	65	30	100	3RT10 44-1AN20	250	125
	80	37	120	3RT10 45-1AN20	250	160
	95	45	120	3RT10 46-1AN20	250	160
S6	115	55	160	3RT10 54-1AP36	355	315
	150	75	185	3RT10 55-6AP36	355	315
	185	90	215	3RT10 56-6AP36	355	315
S10	225	110	275	3RT10 64-6AP36	500	400
	265	132	330	3RT10 65-6AP36	500	400
	300	160	330	3RT10 66-6AP36	500	400
S12	400	200	430	3RT10 75-6AP36	630	400
	500	250	610	3RT10 76-6AP36	630	500
-	630	335	700	3TF68 44-0CM7	1000	500
	820	450	910	3TF69 44-0CM7	1250	630

TABELA 6.3 RESUMO DE SELEÇÃO DE CONTATORES PRINCIPAIS SIRIUS

os danos causados nos isolantes por falha não podem ser consertados.

Câmara de extinção

Como visto anteriormente, os contatores SIRIUS a partir do tamanho S2 (32A) de corrente nominal são equipados de câmaras de extinção. Para manter as características isolantes do contator e que este seja capaz de suportar um acionamento de desconexão exigente, **é imprescindível trocar a câmara de extinção em cada substituição de contatos.** Nunca polir ou limpar uma câmara de extinção com abrasivos. Nas tabelas 5 e 6 são indicadas as proteções termomagnéticas e o tipo de curva para a proteção de contatores conforme o tamanho e nível de curto-circuito.

Contatos auxiliares

Nos contatores SIRIUS tamanho S00, os contatos incorporados não podem ser consertados (veja contatos principais nos tamanhos maiores). Os contatos auxiliares estão formados por blocos, e em caso de falhas podem ser substituídos por novos. Os contatos auxiliares são protegidos contra curto-circuitos por meio de um fusível (6 A) ou um minidisjuntor termo-magnético curva C de 6 A.

1. A corrente nominal de um contator está especificada na categoria de serviço AC-1, AC-3, AC-4 ou AC-6b?
2. Os valores nominais de um contator estão definidos para

Tensão de rede nominal
Tensão de acionamento nominal 20
Tensão de acionamento nominal 10
Tempos de partida do motor até 10s
Corrente de partida até 7,2 x le
Corrente de partida até 1000 m:s:n:m:
Temperatura ambiente máxima de 55 °C

3. Devo substituir os contatos do contator, porque:

... apresentam sujeira em sua superfície?
... podem ser observadas gotas de material?
... pode ser visto o material do porta-contato?

4. Depois de substituir um jogo de contatos, convém trocar a câmara de extinção?
5. Posso colocar a quantidade de contatos auxiliares que necessito – verdadeiro ou falso?
6. Os aparelhos SIRIUS são seguros contra contato acidental, ou seja:

... com os dedos?
... com a palma ou o dorso da mão?
... com uma chave de fenda?

7. A arruela do terminal deve apertar o isolamento do cabo – verdadeiro ou falso?
8. O contator tem maior vida útil que o disjuntor – verdadeiro ou falso?
9. A vida útil elétrica dos contatores depende da corrente de desconexão – verdadeiro ou falso?
10. Os contatores devem ser montados sobre uma superfície vertical – verdadeiro ou falso?

Respostas na página 186

7

Relés de Sobrecarga

Generalidades

O contator é o aparelho encarregado de manobrar o motor e o relé de sobrecarga é o encarregado de protegê-lo. É um método indireto de proteção, já que faz a medição da corrente que o motor está utilizando da rede e supõe sobre a base dela um determinado estado de aquecimento das bobinas do motor.

Se a corrente do motor protegido ultrapassa os valores admitidos, o conjunto de detecção do relé de sobrecarga aciona um contato auxiliar, que desconecta a bobina do contator, separando da rede o equipamento consumidor com sobrecarga.

O sistema de detecção pode ser térmico, com base em elementos bimetálicos, como é o caso dos relés SIRIUS 3RU11, ou eletrônico, por exemplo, como os relés de sobrecarga SIRIUS 3RB20, 3RB21 e 3RB22. O relé de sobrecarga é um excelente meio de proteção, mas tem o inconveniente de não proteger o motor quando a sobretemperatura deste é produzida por causas alheias à corrente que está sendo utilizada da rede. É, por exemplo, o caso de falta de refrigeração em ambientes muito quentes como salas de caldeiras, falta de água em bombas submergidas, ou tubulação tampada com ventilação forçada. Nesses casos, recomenda-se o uso de sensores PTC no enrolamento do motor, capazes de medir exatamente a temperatura interna do mesmo. Um caso muito particular é o de falta de fase, que produz um aquecimento do motor por perdas no ferro e não pelas perdas nas bobinas. Dado que há um aumento da corrente consumida, esta faz ativar o relé de sobrecarga. O relé de sobrecarga térmico 3RU11 dispõe de um engenhoso dispositivo de válvula dupla que permite aumentar a sensibilidade do relé quando falta uma fase. Desta maneira, conseguimos reduzir para a metade os tempos de atuação e também proteger o motor no caso de falta de fase.

FOTO 7.1 RELÉ DE SOBRECARGA TÉRMICO 3RU11

FOTO 7.2 RELÉ DE SOBRECARGA ELETRÔNICO 3RB20

FOTO 7.3 VISTA INTERNA DO RELÉ DE SOBRECARGA TÉRMICO

O relé de sobrecarga sempre deve estar ajustado com o valor da corrente nominal do motor (o valor lido com um alicate amperímetro). Somente se este estiver com plena carga, o ajuste é feito de acordo com o valor de corrente indicado nos dados técnicos do motor, nunca com corrente maior que a nominal. As modernas tecnologias de medição eletrônica permitem fabricar relés de sobrecarga eletrônicos de excelente qualidade. Por isso foi adotada esta tecnologia para os relés de sobrecarga 3RB20 da família SIRIUS.

Existe uma superposição entre os modelos 3RU11 e 3RB20 até 100 A sendo os primeiros mais econô-micos. As vantagens técnicas tornam procedentes a fabricação de relés térmicos para correntes menores que 100 A.

Vantagens técnicas dos relés de sobrecarga eletrônicos

- Baixo consumo: o relé 3RB20 consome somente 0,05 W contra os 4 a 16 W que consome o relé térmico do modelo 3RU11. Isto proporciona economia de custos, painéis menores e mais refrigerados.
- Maior precisão no ajuste da escala.
- Maior repetitividade na curva de resposta.
- Atuação quase instantânea diante de falta de fase.
- Maior faixa de ajuste: 1 a 4 contra 1 a 1,4.
- Menor número de variantes: de 0,1A a 100A somente 7 modelos para o 3BR20 (10 com so-breposição de tamanhos) contra 30 modelos do 3RU11 (48 com superposição de tamanhos).
- A diferença de preços a favor do 3RU11 é compensada amplamente com a economia de energia, redução de estoque, segurança no ajuste e maior proteção diante da falta de fase.

A única vantagem técnica do relé térmico é que pode ser utilizado com corrente contínua e com alta presença de freqüências harmônicas devido seu princípio de funcionamento.

Classe de disparo

Chama-se classe de disparo o tempo que demora, medido em segundos, para disparar um relé de sobrecarga, pelo qual circula uma corrente 7,2 vezes maior que o valor ajustado. Classe 10 significa que o relé demorará até 10 segundos para ser ativado com uma corrente de rotor bloqueado, ou seja, permite que o motor demore até 10 segundos para dar partida. Isso é conhecido como partida normal.

Os relés de sobrecarga térmicos SIRIUS são oferecidos para Classe 10 (partida normal) ou classe 20 (partida pesada). Os eletrônicos podem ser oferecidos com Classe 5 até Classe 30 (ajustáveis).

Proteção contra falta de fase

Este dispositivo está incluído nos relés SIRIUS 3RU11 e 3RB20 que oferece uma notável melhora em comparação aos relés de sobrecarga convencionais.

O mecanismo acelera a desconexão do motor quando falta uma fase, ou seja, detecta com segurança esta falha. O relé 3RU11 atua conforme uma curva de disparo (veja figura 7.1), baseando-se no superaquecimento das duas fases que ficam em serviço. Também aqui, o relé de sobrecarga deve estar corretamente calibrado.

Compensação de temperatura ambiente

Para conseguir uma correta desconexão deve ser eliminada a influência da temperatura ambiente sobre os elementos bimetálicos. Isto se consegue com um dispositivo compensador.

As curvas de disparo são independentes da temperatura ambiente entre 20 e 60 °C para os relés da família SIRIUS.

Manuseio e ajuste do relé térmico

O relé deve ser ajustado ao valor real do consumo que é utilizado pelo motor, que nem sempre coincide com a placa de identificação de características do motor. Este ajuste pode ser feito durante o funcionamento do equipamento.

Contatos auxiliares

Os relés de sobrecarga SIRIUS da Siemens dispõem de dois contatos auxiliares galvanicamente separados, um NF para a desconexão do contator e o outro NA para sinalizar a falha detectada à distância.

Botão de rearme manual ou automático

Geralmente, é conveniente que o relé de sobrecarga não volte automaticamente à sua posição de ligado depois da atuação, sobretudo em automatismos que podem levar à disparos indesejados, como é o caso dos de elevação de água.

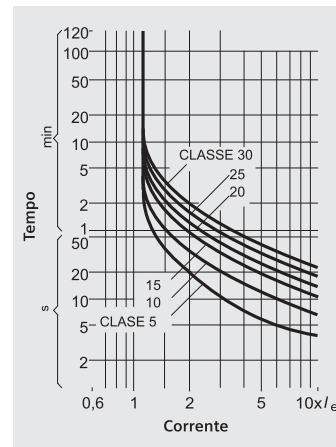



FIG 7.1 CURVAS CARACTERÍSTICAS DE DISPARO PARA RELÉS TÉRMICOS COM CARGA TRIFÁSICA

Quando o motor é acionado por meio de botões, de qualquer forma deve ser colocado em funcionamento novamente pressionando o botão de rearme. Neste caso, é prático que o relé volte sozinho (automaticamente) à sua posição de ligado. Ambas as opções de rearme estão previstas nos relés de sobrecarga SIRIUS.

Um botão azul "Reset" permite ser colocado em posição automática "A" ou em posição manual "H" ou "M". O mesmo botão azul "Reset" permite o retorno do contato se for escolhida posição manual "H" ou "M".

Relés de sobrecargas eletrônicos			Fusível gL/gG	Motor assíncrono trifásico, 4 pólos		
Tamanho	Código	Ajuste	Coord. Tipo 2	3x380 V, 60 Hz		3x 460 V, 60 Hz
		A	A	kW	CV	HP
S00	3RB20 16-1RB0	0,10 - 0,40	6	0,04 a 0,09	0,05 a 0,12	0,08 a 0,16
	3RB20 16-1NB0	0,32 - 1,25	6	0,12 a 0,37	0,16 a 0,5	0,16 a 1,0
	3RB20 16-1PB0	1,0 - 4,0	20	0,55 a 1,5	0,75 a 2,0	1 a 4
	3RB20 16-1SB0	3,0 - 12	20	1,1 a 5,5	1,5 a 7,5	3 a 7,5
S0	3RB20 26-1SB0	3,0 - 12	25	1,1 a 5,5	1,5 a 7,5	3 a 7,5
	3RB20 26-1QB0	6,0 - 25	35	3 a 11	4 a 15	5 a 20
S2	3RB20 36-1QB0	6,0 - 25	63	3 a 11	4 a 15	5 a 20
	3RB20 36-1QB0	12,5 - 50	80	7,5 a 22	10 a 30	10 a 40
S3	3RB20 46-1UB0	12,5 - 50	160	7,5 a 22	10 a 30	10 a 40
	3RB20 46-1EB0	25 - 100	315	11 a 45	15 a 60	20 a 75
S6	3RB20 56-1FW2	50 - 200	315	22 a 90	30 a 125	40 a 175
S10 y S12	3RB20 66-1GC0	55 - 250	400	22 a 100	30 a 134	40 a 200
	3RB20 66-1MC2	160 - 630	800	90 a 450	125 a 600	-

TABELA 7.1 RESUMO DE SELEÇÃO DE RELÉS DE SOBRECARGA ELETRÔNICOS SIRIUS E SEU FUSÍVEL DE PROTEÇÃO

Um detalhe de segurança em caso de falha: estando ainda o botão azul pressionado ou travado, o disparo é produzido de todos os modos (disparo livre).

Botão de parada

O botão vermelho "Stop" permite acionar o contato normalmente fechado e assim testar se o conjunto está perfeitamente conectado aos cabos. Além disso, pode ser utilizado como botão de desconexão.

Indicador de estado do relé, botão de teste

O pessoal de manutenção verá com satisfação que um indicador "I"ou "O" lhe informará se o relé de sobrecarga disparou ou não. O mesmo indicador se comporta como um botão de teste, sendo que se for acionado é verificado se o sistema de disparo do relé está ativo ou não.

Dimensões e montagem

As dimensões do relé de sobrecarga são idênticas à largura do contator correspondente. Isto permite ganhar espaço na montagem.

Os relés SIRIUS dos tamanhos S00 a S3 (até 100 A) são facilmente acopláveis a seu correspondente contator. E sem fiação adicional formam um conjunto homogêneo e compacto. Se por algum motivo forem montados individualmente, existem suportes com fixação rápida sobre trilho (DIN EN 50 022) que permitem uma conexão de cabos adequada, caso seja necessário.

Estes suportes para montagem individual não são os mesmos para o relé 3RB20 e para o 3RU11 e existe um por tamanho construtivo até 100 A. Para relés maiores, para a montagem individual não são necessários estes suportes.

Os relés de sobrecarga para correntes maiores que 100 A são os SIRIUS 3RB20 do tipo eletrônico que são montados sobre uma superfície plana e contam com terminais de conexão. Ao montar o relé tamanho S00 sobre o contator, o terminal (A2) da bobina e o do contato auxiliar (22) são de difícil acesso. Por este motivo, deve ser equipado com terminais de repetição que trasladam estes terminais para a frente do relé térmico. Pela instalação dos contatos auxiliares e os de bobina nos contatores, estes terminais repetidores não são necessários nos tamanhos S0 a S3.

FOTO 7.4 SUPORTE DE MONTAGEM INDIVIDUAL PARA RELÉ S00

Relé de sobrecarga térmico			Fusível g L/gG	Motor assíncrono trifásico, 4 pólos		
Tamanho	Código	Ajustes	Coord. Tipo 2	3x380 V, 60 Hz		3x 460 V, 60 Hz
		A	A	kW	CV	HP
S00	3RU11 16-0CB0	0,18-0,25	1	0,06	0,09	0,08
	3RU11 16-0DB0	0,22-0,32	1,6	0,09	0,12	0,12
	3RU11 16-0EB0	0,28-0,40	2	0,09	0,12	0,16
	3RU11 16-0FB0	0,35-0,50	2	0,12	0,18	0,16
	3RU11 16-0GB0	0,45-0,63	2	0,18	0,18	0,25
	3RU11 16-0HB0	0,55-0,80	4	0,18	0,25	0,33
	3RU11 16-0JB0	0,7-1,0	4	0,25	0,37	0,5
	3RU11 16-0KB0	0,9-1,25	4	0,37	0,55	0,75
	3RU11 16-1AB0	1,1-1,6	6	0,55	0,75	1
	3RU11 16-1BB0	1,4-2,0	6	0,75	1	1
	3RU11 16-1CB0	1,8-2,5	10	0,75	1	1,5
	3RU11 16-1DB0	2,2-3,2	10	1,1	1,5	2
	3RU11 16-1EB0	2,8-4,0	16	1,5	2	3
	3RU11 16-1FB0	3,5-5,0	20	1,5	2	4
	3RU11 16-1GB0	4,5-6,3	20	2,2	3	4
	3RU11 16-1HB0	5,5-8,0	25	3	4	5
	3RU11 16-1JB0	7,0-10	35	4	5	7,5
	3RU11 16-1KB0	9,0-12	35	5,5	7,5	7,5
S0	3RU11 26-1KB0	9,0-12,5	35	5,5	7,5	7,5
	3RU11 26-4AB0	11-16	40	7,5	10	10
	3RU11 26-4BB0	14-20	50	7,5	10	15
	3RU11 26-4CB0	17-22	63	11	15	15
	3RU11 26-4DB0	20-25	63	11	15	20
S2	3RU11 36-4DB0	18-25	63	11	15	20
	3RU11 36-4EB0	22-32	80	15	20	25
	3RU11 36-4FB0	28-40	80	18,5	25	30
	3RU11 36-4GB0	36-45	100	22	30	30
	3RU11 36-4HB0	40-50	100	22	30	40
S3	3RU11 46-4HB0	36-50	125	22	30	40
	3RU11 46-4HB0	45-63	125	30	40	50
	3RU11 46-4HB0	57-75	160	37	50	60
	3RU11 46-4HB0	70-90	160	45	60	75
	3RU11 46-4HB0	80-100	200	45	60	75

TABELA 7.2 RESUMO DE SELEÇÃO DE RELÉS DE SOBRECARGA TÉRMICOS SIRIUS E SEU FUSÍVEL DE PROTEÇÃO

1. Um relé de sobrecarga deve ser sensível à falta de fase – verdadeiro ou falso?
2. A compensação de temperatura ambiente não é indispensável para um relé de sobrecarga – verdadeiro ou falso?
3. O relé de sobrecarga deve ser ajustado à corrente de serviço do motor – verdadeiro ou falso?
4. A corrente de serviço é o que se mede com o alicate amperímetro?
5. A corrente de serviço habitualmente é menor que a placa de identificação do motor?
6. No relé de sobrecarga térmico a desconexão por falta de fase é imediata – verdadeiro ou falso?
7. O relé de sobrecarga eletrônico 3RB20 tem melhor dissipação térmica que o térmico 3RU11 – verdadeiro ou falso?
8. O relé de sobrecarga eletrônico 3RB20 é adequado para circuitos de corrente contínua – verdadeiro ou falso?
9. O rearme automático do relé de sobrecarga permite que o contato auxiliar seja fechado ao esfriar-se – verdadeiro ou falso?
10. Com rearme manual (Reset), o contato auxiliar do relé de sobrecarga é fechado depois que o operário pressione o correspondente botão – verdadeiro ou falso?
11. De que cor é o botão de rearme (Reset) do relé de sobrecarga?
12. O relé de sobrecarga mede diretamente a temperatura do motor a ser protegido?
13. Para que servem os contatos do relé de sobrecarga?

Respostas na página 186

8

Disjuntor-Motor

Generalidades

O disjuntor para a proteção de motores, também conhecido como disjuntor-motor 3RV, permite reunir todas as necessidades de um acionador direto para manobra e proteção do motor, proteção de curto-circuito, comando e inclusive seccionamento. Tudo em um só dispositivo.

Trata-se de um disjuntor com a função de proteção de motores. Conta com um disparador de sobrecarga e um disparador de curto-circuito cujas as características e funcionamento são exatamente iguais à de um relé de sobrecarga. Incluindo a sensibilidade por falta de fase, a compensação de temperatura ambiente e a possibilidade de regulagem.

O disparador de sobrecarga é ajustado para a corrente da carga. O disparador de curto-circuito possui ajuste fixo em 13 vezes a corrente nominal da carga e possibilita desta forma, uma partida de motores sem interferências (até sua capacidade de interrupção nominal e separa o circuito afetado da instalação).

Chama-se capacidade de interrupção o valor máximo suportado pelos dispositivos de proteção. Até este valor o disjuntor garante a proteção.

Com uma capacidade de interrupção de 50 kA ou 100kA (dependendo do modelo), os disjuntores são resistentes a todos os curto-circuitos que podem ocorrer em quase todos os pontos de sua instalação.

Caso a suposta corrente de curto-circuito supere a capacidade de interrupção nominal do disjuntor, devem ser utilizados fusíveis de proteção de backup.

A princípio, um disjuntor-motor substitui uma combinação de contator mais o relé de sobrecarga e mais três fusíveis. Por um lado, tem a vantagem de, ao reunir todas as funções em um aparelho, reduzir o espaço necessário, o tempo de montagem e a fiação, mas por outro lado tem o inconveniente de que a capacidade de interrupção e capacidade de limitação não seja tão elevada como a dos fusíveis, e que sua freqüência de ativações e vida útil não alcance a de um contator. O acionamento do disjuntor-motor é feito de forma manual e com a utilização de acessórios, podendo sinalizar a posição dos contatos, eventuais falhas e desconexão à distância.

Uma solução prática é combinar um contator com um disjuntor-motor, aproveitando assim as virtudes

FOTO 8.1 DISJUNTORES - MOTOR

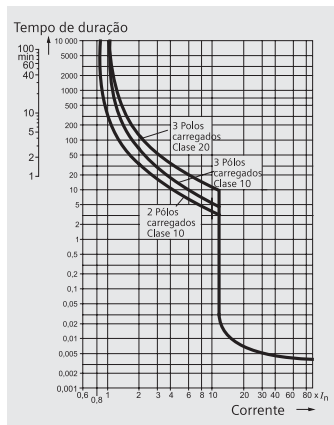



FIG 8.1 CURVA CARACTERÍSTICA DE DISPARO PARA DISJUNTORES 3RV

de ambos os aparelhos. Esta possibilidade é analisada no capítulo 9 "Combinações de Partida" a partir da página 61.

Proteção de motores

As curvas características dos disjuntores-motor estão projetadas para proteger os motores assíncrono trifásicos contra sobrecargas. O disjuntor-motor deve ser ajustado à corrente de serviço do motor. Para proteger motores monofásicos deve-se sempre certificar-se que circule corrente em todos os 3 pólos principais de corrente em série para que todos os disparadores estejam carregados, impedindo assim que a proteção de falta de fase seja ativada incorretamente.

O disparador por curto-circuitos está ajustado para 13 vezes a corrente nominal do disjuntor, ou seja, o valor máximo de regulagem. Este valor permite a partida sem problemas do motor permitindo a adequada proteção do disparador por sobrecargas.

Seleção

Os **disjuntores-motor são selecionados conforme a corrente de serviço do motor a ser protegido.** Podem ser escolhidos conforme a tabela 9.1 de combinações de partida Coordenação tipo 1.

Fabricação

Os disjuntores-motor até 100 A correspondem aos mesmos tamanhos fabricados da família SIRIUS (S00, S0, S2 e S3), sua denominação é 3RV10.
Os disparadores dos disjuntores 3RV10 são do tipo termomagnético, térmico para a faixa das sobrecargas, e magnético para a proteção contra curto-circuitos.

Para correntes maiores que 100 A até 500 A, a função disjuntor-motor está coberta pelos disjuntores Sentron 3VL com disparador eletrônico tipo ETU 10M ou ETU 30M.

Os disjuntores 3RV10 são fabricados para partida normais Classe 10. Excepcionalmente podem ser oferecidos com Classe 20 para partida pesada, e os disjuntores Sentron 3VL podem ser fornecidos com Classe 10 (fixa ou regulável) até a Classe 30.

Segurança

Os disjuntores do tamanho S00 são acionados por meio de uma tecla frontal plana. Para os tamanhos S0, S2 e S3, são acionados por meio de acionamento giratório. Ambos os acionamentos sinalizam o estado dos contatos principais do disjuntor de maneira precisa e segura. Os acionamentos rotativos também podem indicar o disparo do disjuntor, neste caso o acionamento rotativo irá para a posição de "tripped", indicando que ocorreu um disparo.

FOTO 8.2 DISJUNTOR BLOQUEADO COM CADEADO

Através do bloco de contato de alarme, é possível sinalizar uma falha à distância. Por meio do uso de cadeados, é possível impedir que seja acionado o disjuntor por parte de pessoas não autorizadas.

Os disjuntores contam com disparo livre, ou seja, que se por algum motivo o acionamento for travado diante de uma falha, os contatos se abrem.

FOTO 8.3 BLOCO LATERAL DE CONTATOS AUXILIARES

Auto-avaliação

1. O disjuntor-motor é um dispositivo de partida direta – verdadeiro ou falso?
2. O disjuntor-motor protege os contatos do contator contra os efeitos de um curto-circuito – verdadeiro ou falso?
3. Os disjuntores-motor S0 a S3 podem sinalizar se estão abertos por uma operação ou pelo disparo de uma proteção – verdadeiro ou falso?
4. Os disjuntores-motor 3RV10 termomagnéticos alcançam os 500 A – verdadeiro ou falso?
5. Os disjuntores-motor 3RV10 são Classe 10 para partida normal – verdadeiro ou falso?
6. Um disjuntor-motor é um disjuntor termomagnético para a proteção de motores – verdadeiro ou falso?
7. A proteção contra sobrecargas de um disjuntor-motor é igual a do relé de sobrecarga – verdadeiro ou falso?
8. A proteção contra sobrecargas de um termomagnético é igual a de um disjuntor-motor – verdadeiro ou falso?
9. Como se resolve a limitação de vida útil do disjuntor-motor?
10. Para que um disjuntor-motor possa proteger eficientemente um motor monofásico, a corrente deve circular por suas três vias de corrente – verdadeiro ou falso?

Respostas na página 187

9 Partida Direta de Motores Assíncronos Trifásicos

Generalidades

A partida direta é a maneira mais simples de iniciar o funcionamento de um motor elétrico. Uma partida direta consiste em aplicar uma tensão nominal ao motor, permitindo desenvolver toda sua potência e torque no momento designado, evitando prejudicar seus componentes.

Se não for possível dar partida direta em um motor, seja porque a rede elétrica não tem potência suficiente e será alterada durante a partida, ou porque a máquina sofrerá deteriorações mecânicas por não suportar o valor máximo do torque de aceleração produzido pelo motor, ou porque a produção será afetada e os produtos danificados, então deve-se recorrer a algum tipo de partida com tensão reduzida. Mas esse tema será tratado nos capítulos 12 e 13.

Existem diferentes coordenações de partida direta para motores assíncronos trifásicos.

1. A combinação de fusíveis, contator e relé de sobrecarga
2. Disjuntor
3. A combinação de disjuntor e contator
4. A combinação de disjuntor sem disparador de sobrecarga, contator e relé de sobrecarga
5. Seccionadora

Circuitos elétricos

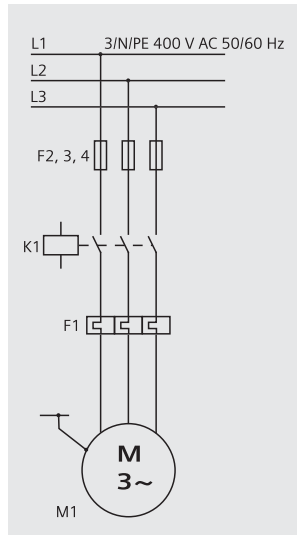
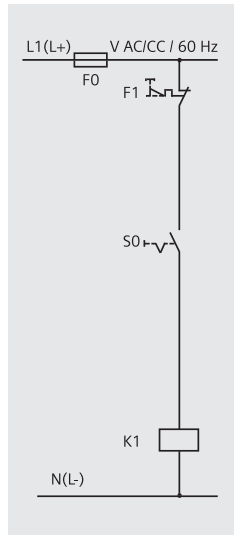
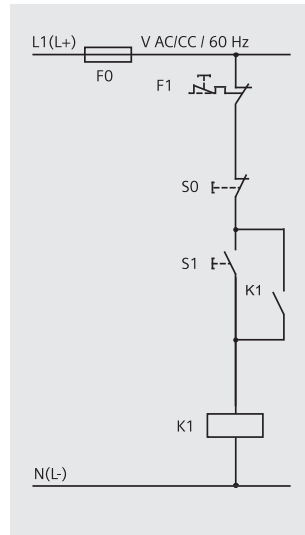
É necessário realizar projetos de fácil interpretação para quem deseja transmitir alguma informação técnica. Conforme a Norma DIN 40 900, os circuitos se diferenciam entre:

- Diagramas unifilares
- Diagramas de potência

Este último se divide por sua vez em:

- Circuitos principais ou de potência
- Circuitos auxiliares ou de comando

FOTO 9.1 PARTIDAS DIRETAS COM DISJUNTOR E CONTATOR TAMANHO SO E SOO

Fig. 9.1 PARTIDA DIRETA, POR MEIO DA COMBINAÇÃO DE FUSÍVEIS, CONTATOR E RELÉ DE SOBRECARGA

9.1.1 CIRCUITO PRINCIPAL

9.1.2 CIRCUITO DE COMANDO ATRAVÉS DE BOTÕES

9.1.3 CIRCUITO DE COMANDO POR BOTÕES E CONTATOS AUXILIARES

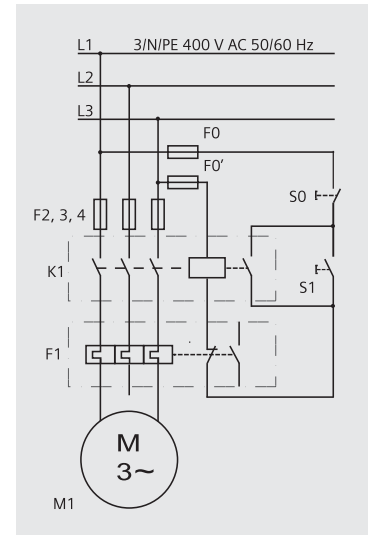



Fig. 9.1.4 ESQUEMA ELÉTRICO

K1 CONTATOR
F2,3,4 FUSÍVEIS PRINCIPAIS
F1 RELÉ DE SOBRECARGA
FO,O' FUSÍVEIS DE COMANDO
SO BOTÃO DESLIGA (OFF)
S1 BOTÃO DE LIGA (ON)

9 Partida Direta de Motores Assíncronos Trifásicos

O circuito principal mostra o motor e todos os dispositivos diretamente conectados a ele. Na figura 9.1.1 pode ser observado um circuito com proteção magnética por fusíveis, o acionamento por meio de um contator e a proteção do motor por conta de um relé de sobrecarga.

O circuito de comando indica como acionar o motor e o funcionamento das proteções auxiliares. Nele são identificados claramente a bobina do contator e os contatos do relé de sobrecarga e do contator. A figura 9.1.2 mostra o comando por meio de uma comutadora ou botão com retenção, enquanto na figura 9.1.3 é representada o comando de partida e parada por meio de botões de pulso. Neste caso, é necessário conectar um contato paralelo ao botão de partida para que se mantenha fechado o circuito depois de soltar o botão de liga. Esta conexão é conhecida como intertravamento elétrico. Estas duas alternativas têm prioridade na parada, já que os contatos encarregados de abrir o circuito estão em série como o restante do comando e não permitirão energizar a bobina do contator, se eles estiverem abertos.

Para este manual utilizamos as representações gráficas e designações recomendadas pelas normas DIN 40 719 e IEC 60445. Existem outras formas de representar os aparelhos, pórem menos utilizadas. Para aplicações simples é comum incluir todas as funções em um mesmo esquema elétrico, como é mostrado na figura 9.1.4, embora nesta forma de representação costuma ser complicada a interpretação do circuito.

Na Tabela 9.1 há uma comparação entre as características mais representativas de cada um dos diferentes tipos de dispositivos de partidas direta.

Combinação de partida direta					
Seccionamento	Interruptor manual	Fusíveis	Disjuntor-motor	Disjuntor-motor	Interruptor s/térmico
Manobra do motor	Interruptor manual	Contator	Disjuntor-motor	Contator	Contator
Proteção do motor	Não há	Relé de sobrecarga	Disjuntor-motor	Disjuntor-motor	Relé de sobrecarga
Proteção do circuito	Fusível	Fusível	Disjuntor-motor	Disjuntor-motor	Interruptor s/térmico
Circuito unifilar	M 3~	M 3~	M 3~	M 3~	M 3~
Manobra					
Frequência manobras	Reduzida	Elevada	Reduzida	Elevada	Elevada
Vida útil	Reduzida	Elevada	Reduzida	Elevada	Elevada
Comando a distância	NÃO	SIM	NÃO	SIM	SIM
Sinalização	NÃO	SIM	Limitado	SIM	SIM
Proteção de motor					
Sobrecarga	NÃO	SIM	SIM	SIM	SIM
Falta de fase	NÃO	SIM	SIM	SIM	SIM
Reset	NÃO	SIM	SIM	NÃO	SIM
Proteção de circuito					
Curto-circuito	Excelente	Excelente	Muito Boa	Muito Boa	Muito Boa
Limitação de corrente	Muito Boa	Muito Boa	Boa	Boa	Boa

TABELA 9.1 DIFERENTES TIPOS DE PARTIDAS DIRETAS

1. Partida direta e partida com plena tensão é a mesma coisa?
2. A partida direta não permite que o motor desenvolva todo seu torque de partida – verdadeiro ou falso?
3. A partida direta prejudica as redes fracas – verdadeiro ou falso?
4. A intensidade da corrente de partida depende da carga da máquina – verdadeiro ou falso?
5. O tempo de partida é independente da carga máquina – verdadeiro ou falso?
6. O contator é um dispositivo de acionamento – verdadeiro ou falso?
7. No circuito de comando é mostrada a conexão do motor – verdadeiro ou falso?
8. O fusível é um dispositivo para proteger motores contra sobrecarga – verdadeiro ou falso?
9. Quais dos seguintes dispositivos protegem um motor contra sobrecarga?
   a. *Contatores*
   b. *Fusíveis*
   c. *Disjuntores*
   d. *Relés de sobrecarga*
   e. *Sensores PTC*

10. Completar a seguinte tabela com as funções de cada aparelho

	Acionamento	Proteção de motores	Proteção de aparelhos	Seccionamento
Contator				
Fusível				
Disjuntor-Motor				
Seccionadora				
Sensores PTC				
Relé de Sobrecarga				

Respostas na página 187

10 Combinações de Partida

Generalidades

A família de produtos SIRIUS possui modularidade entre eles, facilitando os diversos tipos de combinações de montagem. Todos os dispositivos: contatores, relés de sobrecarga, disjuntores e partidas suaves (soft starters) estão divididos em quatro tamanhos construtivos perfeitamente compatíveis uns com outros (como mostra a foto 9.1). As medidas e características mecânicas bem como os dados elétricos dos quatro tamanhos estão harmonizados, o que permite projetar acessórios comuns para os diferentes dispositivos.

Todos os dispositivos da família SIRIUS estão disponíveis em três larguras de montagem e podem ser instalados lado a lado dentro de painéis com temperaturas ambientes no interior do painel, **até 60° C sem desclassificação**. Estes produtos foram desenvolvidos seguindo estritas normas de segurança e buscando a economia no projeto, instalação, serviço e manutenção de cada dispositivo.

Um acessório permite acoplar um contator com um disjuntor para realizar uma combinação de partida direta. Este acessório realiza a conexão elétrica do disjuntor com o contator, e nos tamanhos S00 e S0 também a conexão mecânica para formar uma unidade rígida.

Montando somente um dos aparelhos sobre um trilho de fixação rápida conforme DIN EN 50 022 de 35x7,5 mm se obtém a montagem do conjunto.

Por razão do peso dos aparelhos dos tamanhos S2 e S3, para esta conexão mecânica também é necessário utilizar um suporte adaptador para trilho de montagem rápida. A montagem do conjunto pode ser feita com dois trilhos de fixação rápida conforme DIN EN 50 022 de 35x15 mm, ou um de 75x15 mm. Também é possível montar o adaptador por meio de parafusos.

Tanto a combinação do tamanho S00 como a do tamanho S0 podem acionar motores da mesma potência. Pelas características de limitação do disjuntor e maior tamanho do contator S0 é possível alcançar um tipo de coordenação maior.

FOTO 10.1 FAMÍLIA SIRIUS

FOTO 10.2 CONJUNTO DISJUNTOR E CONTATOR SOO PARA PARTIDA DIRETA

FOTO 9.3 CONJUNTO DISJUNTOR E CONTATOR SO PARA PARTIDA DIRETA

Diferentes tipos de coordenação

Um circuito está protegido contra curto-circuitos quando o dano que é produzido nele não afeta o resto da instalação e também o pessoal que ocasionalmente possa encontrar-se presente quando ocorrer a falha. Em resumo, a falha não se propaga.

A Norma IEC 60947-4-1 prevê o comportamento dos aparelhos de manobra e proteção do motor depois que os aparelhos de proteção da linha conterem o curto-circuito com segurança.

Tipo de coordenação 1
Em caso de curto-circuito, o conjunto de partida (contator mais o relé térmico ou disjuntor), não deve colocar em risco as pessoas nem a instalação, mas não é necessário que permaneçam em serviço. O contator e o relé de sobrecarga poderão ser consertados, ou deverão ser substituídos.

Tipo de coordenação 2
Em caso de curto-circuito, o conjunto de partida (contator mais o relé térmico ou disjuntor) não deve colocar em risco as pessoas nem a instalação e deve ficar em perfeitas condições para permanecer em serviço. É admitida a possibilidade de soldagens nos contatos do contator sempre que não sejam produzidas deformações dos contatos e a soldagem possa ser solta com uma ferramenta simples (por exemplo: chave de fenda). O fabricante dará instruções sobre a manutenção.

Tipo de coordenação total
Se desejar uma maior disponibilidade da instalação, pode-se recorrer a um tipo de coordenação que não necessita de reparos.

Selecionando fusíveis adequados ou superdimensionando os contatores, é possível realizar uma combinação de partida de motores para a qual não sejam soldados os contatos do contator depois de um curto-circuito. A norma IEC 60947-4-2 estabelece o funcionamento sem a soldagem dos contatos.

O curto-circuito deve ser contido com segurança. Não pode ter danos no disparador por sobrecarga ou em outra parte. A partida deve ser colocada em serviço sem renovação de partes. Serão possíveis até um máximo de seis interrupções de curto-

circuito. A vida útil dos contatores poderá ser reduzida depois de cada curto-circuito.

Rearme manual ou automático

A função de proteção por sobrecarga é fornecida pelo disparador térmico do disjuntor. Este, diferentemente do relé de sobrecarga, não volta à posição de repouso depois que se esfriam os bimetais de disparo. Não há possibilidade de selecionar um reset automático, sempre é necessário realizar o rearme do disjuntor.

Se desejar um rearme automático, deve-se utilizar um relé de sobrecarga com um contato e um seccionador para a proteção do circuito.
Este seccionador pode não ter um disparador por sobrecarga. Por razões de comodidade pode ser utilizado um disjuntor com uma regulagem de disparador por sobrecarga um pouco superior àquela do relé.

Segurança contra contato acidental

Os produtos da família SIRIUS são seguros contra contato acidental, ou seja, não é possível tocar partes sob tensão dos mesmos com as pontas dos dedos, a palma ou a parte de cima da mão. Ao realizar combinações de partida com os acessórios projetados para unir os componentes e levando em conta o comprimento a ser descascado dos cabos de conexão, também as combinações de partida serão seguras contra contato acidental.

Ajuste	Disjuntor-Motor	Interligação	Contator	Adaptador	Tamanho
Para ajustes inferiores a 2A, usar a tabela 10.2 de coordinação Tipo 2					
1,8 - 2,5 A	3RV10 11-1CA10	3RA19 11-1AA00	3RT10 15-1AN11	-	S00
2,2 - 3,2 A	3RV10 11-1DA10		3RT10 15-1AN11		
2,8 - 4,0 A	3RV10 11-1EA10		3RT10 15-1AN11		
3,5 - 5,0 A	3RV10 11-1FA10		3RT10 15-1AN11		
4,5 - 6,3 A	3RV10 11-1GA10		3RT10 15-1AN11		
5,5 - 8,0 A	3RV10 11-1HA10		3RT10 15-1AN11		
7,0 - 10,0 A	3RV10 11-1JA10		3RT10 16-1AN11		
9,0 - 12 A	3RV10 11-1KA10		3RT10 17-1AN11		
11 - 16 A	3RV10 11-4AA10	3RA19 21-1AA00	3RT10 25-1AN20	-	S0
14- 20 A	3RV10 21-4BA10		3RT10 25-1AN20		
17 - 22 A	3RV10 21-4CA10		3RT10 25-1AN20		
18 - 25 A	3RV10 21-4DA10		3RT10 26-1AN20		
Para ajustes superiores a 25A, usar a tabela 10.2 de coordinação Tipo 2					

TABELA 10.1 COMBINAÇÃO DE PARTIDA DIRETA COORDENAÇÃO TIPO 1

Ajuste	Disjuntor-motor	Interligação	Contator	Adaptador	Tamanho
0,18 - 0,25 A	3RV10 11-0CA10	3RA19 11-1AA00	3RT10 15-1AN11	-	S00
0,22 - 0,32 A	3RV10 11-0DA10		3RT10 15-1AN11		
0,28 - 0,40 A	3RV10 11-0EA10		3RT10 15-1AN11		
0,35 - 0,50 A	3RV10 11-0FA10		3RT10 15-1AN11		
0,45 - 0,60 A	3RV10 11-0GA10		3RT10 15-1AN11		
0,55 - 0,80 A	3RV10 11-0HA10		3RT10 15-1AN11		
0,70 - 1,0 A	3RV10 11-0JA10		3RT10 15-1AN11		
0,90 - 1,25 A	3RV10 11-0KA10		3RT10 15-1AN11		
1,1 - 1,6 A	3RV10 11-1AA10		3RT10 15-1AN11		
1,4 - 2,0 A	3RV10 11-1BA10		3RT10 15-1AN11		
1,8 - 2,5 A	3RV10 21-1CA10	3RA19 21-1AA00	3RT10 24-1AN20	-	S0
2,2 - 3,2 A	3RV10 21-1DA10		3RT10 24-1AN20		
2,8 - 4,0 A	3RV10 21-1EA10		3RT10 24-1AN20		
3,5 - 5,0 A	3RV10 21-1FA10		3RT10 24-1AN20		
4,5 - 6,3 A	3RV10 21-1GA10		3RT10 24-1AN20		
5,5 - 8,0 A	3RV10 21-1HA10		3RT10 24-1AN20		
7,0 - 10,0 A	3RV10 21-1JA10		3RT10 26-1AN20		
9,0 - 12 A	3RV10 21-1KA10		3RT10 26-1AN20		
11 - 16 A	3RV10 21-4AA10		3RT10 26-1AN20		
14 - 20 A	3RV10 21-4BA10		3RT10 26-1AN20		
17 - 22 A	3RV10 21-4CA10		3RT10 26-1AN20		
18 - 25 A	3RV10 31-4DA10	3RA19 31-1AA00	3RT10 34-1AN20	-	S2
22 - 32 A	3RV10 31-4EA10		3RT10 34-1AN20		
28 - 40 A	3RV10 31-4FA10		3RT10 35-1AN20		
36 - 45 A	3RV10 31-4GA10		3RT10 36-1AN20		
40 - 50 A	3RV10 31-4HA10		3RT10 36-1AN20		
45 - 63 A	3RV10 41-4JA10	3RA19 41-1AA00	3RT10 44-1AN20	-	S3
57 - 75 A	3RV10 41-4KA10		3RT10 45-1AN20		
70 - 80 A	3RV10 41-4LA10		3RT10 46-1AN20		
80 - 100 A	3RV10 41-4MA10		3RT10 46-1AN20		

TABELA 10.2 COMBINAÇÃO DE PARTIDA DIRETA COORDENAÇÃO TIPO 2

Chave de Partida Direta

As chaves de partida direta trifásicas são montadas em uma caixa plástica com grau de proteção IP 65. Dentro da qual são montados um contator e um relé de sobrecarga para o acionamento e proteção de um motor assíncrono trifásico ou monofásico, com seus correspondentes botões de partida e parada (foto 9.4).

A chave de partida é fornecida com um contator S00 ou S0 conforme o tamanho, com sua tensão de acionamento de 380 V 50-60 Hz, para facilitar a fiação no caso de ligar um motor trifásico 3x380 V.

Para o perfeito funcionamento da chave de partida simplesmente é necessária a conexão dos cabos de entrada em L1, L2 e L3, bem como os cabos de saída em U1, V1, W1.

Por razão da ampla margem de tolerância de atuação da bobina do contator, se obtém um funcionamento confiável ainda em condições desfavoráveis, como é o caso de instalações afastadas da tomada elétrica.

O relé de sobrecarga que protege o motor contra sobrecarga e falta de fase, pode ser do tipo térmico 3RU11 ou eletrônico 3RB20.

Para a maior proteção dos motores, deve-se ajustar o relé de sobrecarga à corrente de serviço do mo-

tor, ou seja, à corrente medida, por exemplo, com um alicate amperímetro.

A proteção da rede deve ser feita respeitando os tipos de coordenação conforme a norma IEC 60947-4-1 (veja tabelas 9.1, 9.2). A informação também está na etiqueta do relé de sobrecarga.

A chave de partida deve ser fixada sobre uma superfície plana, vertical. Se em lugar de um motor trifásico, for acionado um monofásico, é necessário modificar o circuito de acordo com o esquema correspondente, e trocar a bobina do contator por uma de 220 V/ 50-60 Hz. Graças aos terminais de conexão que impedem o contato acidental, também o instalador fica protegido ao utilizar a chave de partida 3RE10. Depois de realizar a instalação da fiação, verificar o aperto correto de todos os terminais de conexão, inclusive os não utilizados.

As chaves de partida 3RE também estão disponíveis em modelos com disjuntor ou fusíveis para partida direta. A família também possui partida reversora e comutadora (2 motores).

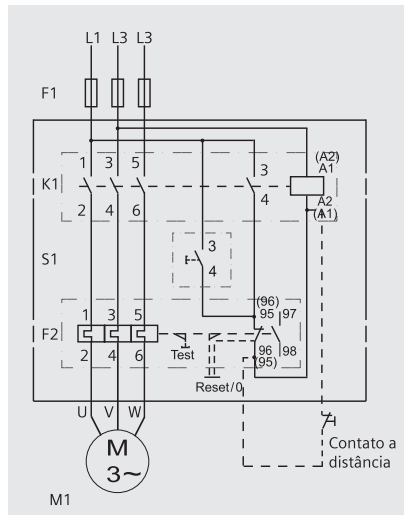



FIG. 10.1 ESQUEMA PRÁTICO DE CONEXÃO PARA UM MOTOR TRIFÁSICO

FOTO 10.4 CHAVE DE PARTIDA

Chave de partida em caixa IP65							
Valores nominais máximos para motores assíncronos							
Monofásicos 220 V		Trifásicos 380 V		I_n	Contator	Relé de sobrecargas	
kW	CV	kW	CV	A		Térmico	
3RE10 16-1KA17-0AU1					Tamanho S00		
1,5	2	5,5	7,5	12	3RT10 17-1AU11	3RU11 16-...	
3RE10 26-4DA26-0AU1					Tamanho S0		
3,7	5	11	15	22,5	3RT10 26-1AU10	3RU11 26-...	

TABELA 10.3 RESUMO DE SELEÇÃO DE PARTIDAS DIRETAS EM CAIXA

Auto-avaliação

1. A proteção conforme coordenação Tipo 1 admite a destruição dos dispositivos – verdadeiro ou falso?
2. A proteção conforme coordenação Tipo 2 exige a troca do relé de sobrecarga – verdadeiro ou falso?
3. A proteção conforme coordenação Tipo 2 admite a leve soldagem dos contatos principais do contator – verdadeiro ou falso?
4. A base da segurança diante de um curto-circuito é:
   - *Não afetar o resto da instalação;*
   - *Que não haja danos nos equipamentos envolvidos;*
   - *Que o pessoal não seja afetado.*
5. A combinação disjuntor e contator não tem reset automático – verdadeiro ou falso?
6. Quando é utilizado uma combinação disjuntor, contator e relé de sobrecarga?
7. As chaves de partida são IP65 e podem funcionar sob a água – verdadeiro ou falso?
8. As chaves de partida devem possuir proteção contra curto-circuito externo – verdadeiro ou falso?
9. As chaves de partida podem ser protegidas por um elemento termomagnético (disjuntor) – verdadeiro ou falso?

Respostas na página 187

11 Partidas Reversoras

Generalidades

Os motores assíncronos trifásicos são construídos para que, conectando ordenadamente as fases em seus terminais, girem em sentido horário, ou seja, para a direita (visão frontal do eixo).

É possível que o motor gire em sentido contrário invertendo duas de suas fases. Nesse caso, o motor girará em sentido anti-horário, ou seja, para a esquerda. Esta função é obtida por meio de uma combinação de partidas diretas. Esta consta de dois contatores, cada um deles calculado como se tratasse de uma partida direta.

Habitualmente os contatores estão calculados em categoria de serviço AC 3, mas se forem esperar freqüências de manobra muito elevadas ou frenagens durante a partida, deve ser calculada considerando a categoria de serviço AC 4. Levar em consideração que se for interrompida a corrente de partida, a vida útil elétrica dos contatos do contator é reduzida drasticamente a um quarto do normal, ou seja, 300.000 manobras no lugar das 1.200.000 que são esperadas com um serviço normal em AC 3.

Existe um circuito de comando para reversão sem parar previamente o motor, e outro com mais segurança que exige realizar a manobra de parada antes da partida reversa.

A partida deve considerar o intertravamento entre os contatores para evitar uma simultaneidade do fechamento de ambos os contatores, com o conseqüente curto-circuito. Este intertravamento é obtido por meios elétricos, conectando a bobina de um contator através de um contato auxiliar NF do segundo e vice-versa (veja fig. 11.1); e por meios mecânicos vinculando os acionamentos de ambos os contatores por meio de um intertravamento de tal maneira que ao atracar de um dos contatores, seja impedido o fechamento do contator vizinho.

Sempre é conveniente utilizar ambas as formas de intertravamento simultaneamente, pois assim impede-se o fechamento acidental do contator não correspondente, evitando um curto-circuito de linha e, caso os contatos do contator estejam colados e houver tentativa de alimentar a bobina, impede-se que esta seja queimada. Para facilitar as tarefas de montagem são fornecidos conjuntos de

FOTO 11.1 MONTAGEM DE CONTATORES PARA REVERSÃO - SOO

FOTO 11.2 MONTAGEM DE CONTATORES PARA REVERSÃO - SO

fiação projetados previamente, que realizam a inversão entre duas fases nas conexões de entrada do contator. Estes conjuntos permitem a utilização do acessório de interligação entre os contatores e um disjuntor.

O conjunto correspondente ao tamanho S00 inclui, além disso, um intertravamento mecânico e a fiação do intertravamento elétrico entre ambos os contatores. Devem ser utilizados dois contatores com um contato auxiliar incorporado do tipo NF. Caso necessite de mais contatos auxiliares, como por exemplo: para sinalização, adicionar blocos frontais de contatos auxiliares.

Tamanho	Conjunto	Intertravamento
S00	3RA19 13-2A	Incluido en el conjunto
S0	3RA19 23-2A	3RA19 24-2B
S2	3RA19 33-2A	3RA19 24-2B
S3	3RA19 43-2A	3RA19 24-2B
S6	3RA19 53-2A	3RA19 54-2B
S10	3RA19 63-2A	3RA19 54-2B
S12	3RA19 73-2A	3RA19 54-2B

TABELA 11.1 ACESSÓRIOS PARA A MONTAGEM DE PARTIDAS REVERSORAS

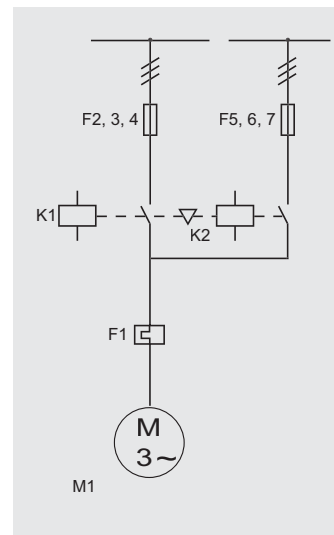



FIG. 11.1 CIRCUITO PRINCIPAL E DE COMANDO DE UMA PARTIDA REVERSORA

Como os contatores dos tamanhos S0, S2 e S3 não dispõem normalmente de contatos auxiliares, o módulo de intertravamento mecânico dispõe de dois contatos para facilitar a fiação do intertravamento elétrico entre ambos os contatores. Também para este caso, se necessitar de contatos auxiliares devem ser adicionados blocos de contatos auxiliares, sejam frontais ou laterais.

OBSERVAÇÃO: O mesmo circuito utilizado para realizar uma partida reversa pode ser aproveitado para realizar uma comutação de linhas de alimentação. Somente é necessário alimentar um dos contatores com a linha de alimentação principal e o outro com a alternativa.

Neste caso os contatores são selecionados conforme a categoria de serviço AC-1, já que os contatores funcionarão como seccionadores e comutarão sem carga.

Desta forma, o circuito é similar ao utilizado para comutação de bombas quando uma trabalha como principal (Stand by) ou apoio (Backup) (veja figura 11.2).

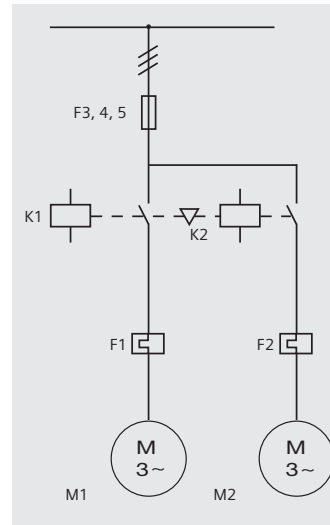



FIG.11.2 MANUSEIO DE DUAS BOMBAS – UMA STAND BY (AF)

Auto-avaliação

1. O motor conectado de forma ordenada gira para a direita – verdadeiro ou falso?
2. Para inverter o sentido de rotação de um motor trifásico somente é necessário inverter duas de suas fases – verdadeiro ou falso?
3. Para uma partida reversa com alta frequência de manobras, é utilizada a categoria de serviço AC-3 – verdadeiro ou falso?
4. Em categoria AC-4 deve ser considerada uma vida útil elétrica menor que na AC-3 – verdadeiro ou falso?
5. O uso do intertravamento mecânico permite não utilizar o intertravamento elétrico – verdadeiro ou falso?
6. Ao utilizar uma combinação de contatores como comutador, pode ser considerada a categoria de serviço AC-1 – verdadeiro ou falso?

Respostas na página 188

12 Partida Estrela-Triângulo (tensão reduzida)

Generalidades

Sempre que seja possível, convém aplicar ao motor toda sua tensão nominal para fazê-lo funcionar, ou seja, dar partida direta em plena tensão. Caso exista algum impedimento, recorrer a um método de partida com tensão reduzida, conhecida como partida estrela-triângulo. **Os inconvenientes podem ser de dois tipos, elétricos e/ou mecânicos.**

Problemas elétricos

Se a capacidade da rede elétrica para fornecer potência à carga é limitada seja porque o transformador de alimentação é pequeno ou porque o cabo de conexão é de seção reduzida ou muito comprido durante a partida do motor, haverá transtornos no serviço, pois as elevadas correntes de partida próprias de um motor assíncrono causarão grandes quedas de tensão na linha. Estas quedas de tensão prejudicarão o normal funcionamento dos outros consumidores conectados ao mesmo ponto da rede. Por exemplo, as lâmpadas de iluminação piscarão ou se apagarão, bem como os computadores e outros parelhos eletrônicos cujas fontes de alimentação são sensíveis às baixas tensões.

Aplicando ao motor uma tensão menor que a nominal durante a partida, é possível limitar a corrente que varia proporcionalmente com a tensão aplicada.

Problemas mecânicos

Se a máquina acionada ou os correspondentes acoplamentos não forem fortes o suficiente para resistir a ação do torque no momento da partida, então causará deteriorações e o produto contido na máquina poderá ser danificado, cair embalagens transportadas em esteiras e inclusive estas poderão danificar-se. Então, é conveniente reduzir o torque de partida do motor. Para isso, é aplicado ao motor uma tensão reduzida, obtendo um baixo torque de partida (que varia com o quadrado da tensão).

Existem diferentes tipos de partida com tensão reduzida por métodos eletromecânicos de partida com resistências de rotor, ou com resistências ou impedâncias de estator ou com autotransformador. Todos estes métodos caíram em desuso, já que foram substituídos pelas partidas suaves eletrônicas. O único método tradicional de partida com tensão reduzida ainda mais utilizado é a partida estrela-triângulo.

FOTO 12.1 DISPOSITIVO DE PARTIDA ESTRELA-TRIÂNGULO SOO

FIG.12.1

Corrente do motor
I Partida direta
I Estrela - triângulo
I_N
Velocidade
n_N

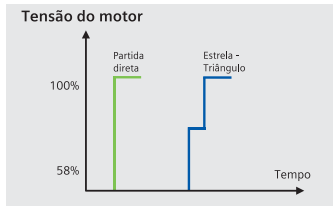
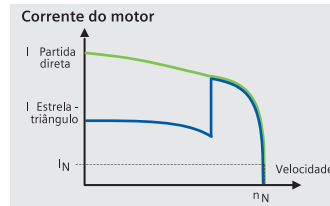
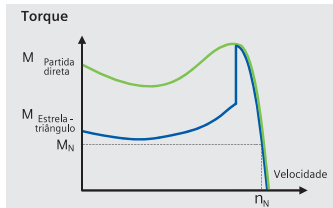



FIG. 12.2

FIG. 12.3

CURVAS DE TENSÃO, CORRENTE E TORQUE, EM FUNÇÃO DA VELOCIDADE, PARA PARTIDA DIRETA E ESTRELA-TRIÂNGULO.

Partidas Estrela-Triângulo

A partida estrela-triângulo é o mais utilizado de todos os métodos com tensão reduzida, pela simplicidade de sua construção, seu relativo baixo custo e sua confiabilidade. A partida estrela-triângulo aproveita a relação entre as tensões de linha e de fase, pois em um sistema de distribuição de energia trifásico, a tensão de linha (UL) é $\sqrt{3}$ vezes maior que a tensão de fase (UF):

$U^L = \sqrt{3}.U^F$

Dado que esta relação é constante e influencia tanto **na tensão como na corrente (IL=IF: $\sqrt{3}$), a corrente de partida é reduzida a um terço daquela de partida direta**, ou seja, que se a corrente de partida direta de um motor é de 7,2 vezes a nominal, utilizando uma partida estrela-triângulo, a corrente de partida é reduzida a somente 2,4 vezes.

Existem dispositivos de partida estrela-triângulo manuais e automáticos, neste capítulo serão tratados somente os automáticos.

Partida Estrela-Triângulo (tensão reduzida)

Um dispositivo de partida estrela-triângulo automático é formado por três contatores:

- Contator de linha (sempre conectado).
- Contator de estrela (conectado somente durante o período de partida).
- Contator de triângulo (conectado após a partida do motor).

Durante a partida, estão em serviço os contatores de linha (K1) e de estrela (K2); depois da comutação, em regime permanente passam para o serviço os contatores de linha (K1) e de triângulo (K3).

Visto que durante a o regime permanente, o motor está sendo alimentado por estes dois contatores que conduzem uma corrente de fase (1,73 vezes menor que a corrente de linha), os contatores de uma partida estrela-triângulo são substancialmente menores que os correspondentes a uma partida direta do mesmo motor (já que as correntes de partida são substancialmente reduzidas).

Levando em consideração que o contator de estrela somente conduz corrente durante a partida, este pode ser calculado de um tamanho inferior aos de linha e triângulo, para tempos de partida de até10 segundos .

Para a proteção do motor, o relé de sobrecargas é instalado acoplado ao contator de linha. Desta maneira, o motor está protegido tanto durante a partida como durante seu funcionamento em regime.

Pelo fato de tratar-se de uma partida com tensão reduzida, o motor não desenvolve todo seu torque de partida, mas somente um terço deste.

Esta redução no momento da partida pode fazer com que a duração da partida seja muito longa. Neste caso, o contator de estrela deve ter o mesmo tamanho que os demais.

Além disso, é possível que o relé de sobrecarga seja acionado durante a partida. Para evitar isso, deve ser instalado sobre o contator de triângulo, mas deve ser levado em consideração que durante a partida, o motor estará sem proteção e talvez convenha utilizar dois relés de sobrecarga ou somente um de Classe 20 conectado na linha. Neste caso, recomendamos observar o rendimento da partida.

Para uma correta regulagem do relé de sobrecarga, deve-se medir com um alicate amperímetro a corrente da linha e o valor lido é multiplicado por 0,58, para obter o ponto de regulagem.

Para proteger os contatores e o relé de sobrecarga contra os efeitos de um curto-circuito, são dimensionados os respectivos fusíveis conforme as Tabelas 6.1 e 6.2 nas páginas 52 e 53 respectivamente.

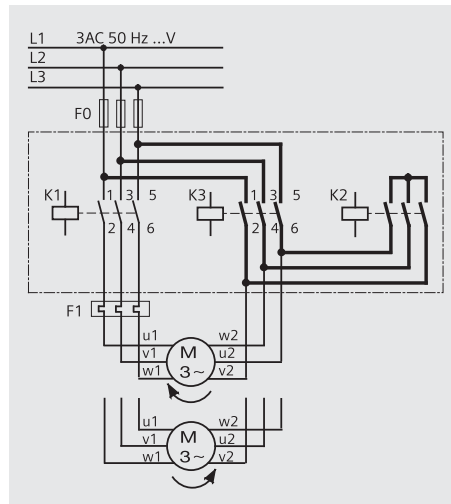



FIG. 12.4 EXEMPLO DE CIRCUITO PRINCIPAL
DE UMA PARTIDA ESTRELA-TRIÂNGULO

Fo: FUSÍVEIS DE LINHA
K1: CONTATOR DE LINHA
K2: CONTATOR DE ESTRELA
K3: CONTATOR DE TRIÂNGULO
F1: RELÉ DE SOBRECARGA

Para poder manter uma coordenação tipo 2, a partir dos tamanhos S2 ou S3 (dependendo da potência), é necessário dividir a alimentação dos contatores de linha e triângulo para poder instalar proteções nas fases.

Em caso de escolher uma proteção dos aparelhos contra curto-circuito por meio de um disjuntor devem ser consideradas as Tabelas 9.1 e 9.2 das páginas 66 e 64, conforme deseje uma coordenação do tipo 1 ou 2. Também deve ser levado em conta que se desejar proteger o motor com o mesmo disjuntor, este deverá ser considerado com plena corrente de linha, o que implica um aparelho maior, com o consequente superdimensionamento dos contatores.

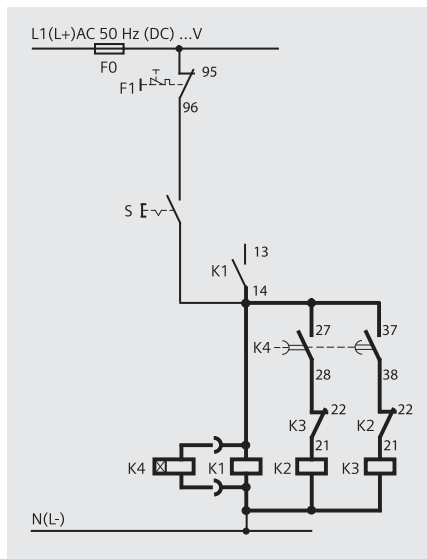
FIG. 12.5 EXEMPLO DE CIRCUITO DE COMANDO DE UMA PARTIDA ESTRELA-TRIÂNGULO, POR INTERRUPTOR DE COMANDO

FO: FUSÍVEL
F1: RELÉ DE SOBRECARGA
SO: BOTÃO DE PARADA
S1: BOTÃO DE PARTIDA
K1: CONTATOR DE LINHA
K2: CONTATOR DE ESTRELA
K3: CONTATOR DE TRIÂNGULO
K4: RELÉ DE TEMPO

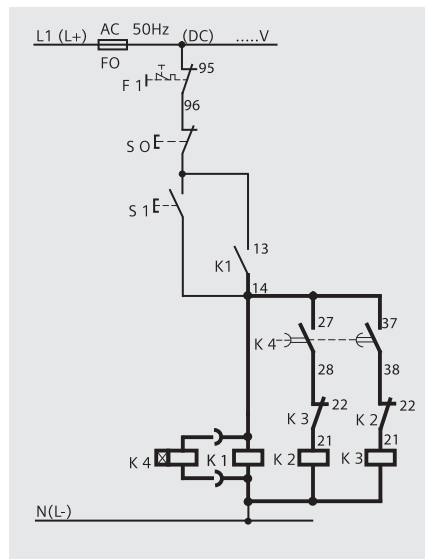
FIG. 12.6 EXEMPLO DE CIRCUITO DE COMANDO DE UMA PARTIDA ESTRELA-TRIÂNGULO, POR BOTÕES

FO: FUSÍVEL
F1: RELÉ DE SOBRECARGA
S: INTERRUPTOR DE COMANDO
K1: CONTATOR DE LINHA
K2: CONTATOR DE ESTRELA
K3: CONTATOR DE TRIÂNGULO
K4: RELÉ DE TEMPO

FOTO 12.2 RELÉ DE TEMPO PARA PARTIDAS ESTRELA-TRIÂNGULO

Relé de tempo

A comutação entre a estrela e o triângulo é realizada por meio de um relé de tempo.

O relé de tempo está especialmente projetado para partidas estrela – triângulo (veja Foto 12.2). Ao alimentar o relé fornecendo-lhe a tensão de alimentação nominal em seus terminais A1 e A2, é fechado imediatamente o contato correspondente a estrela (terminais 17 e 18) conectando o contator K3 correspondente. Decorrido o tempo ajustado, o contato volta a abrir-se, cai o contato K3 e finaliza a etapa de estrela.

Depois de uma pausa de 50 milissegundos, é fechado o contato do triângulo (terminais 17 e 28) e com isso o contato k2 liga o motor em triângulo que permanecerá fechado durante todo o período de funcionamento.

Esta pausa da comutação entre as duas etapas garante que não haja uma falha por curto-circuito, ou seja, que o contator de triângulo não se fecha enquanto o contator de estrela ainda está no tempo de extinção do arco.

A comutação entre a etapa de estrela e a de triângulo deve ser feita quando o motor tiver alcançado sua rotação nominal (ou um valor muito próximo) que é o momento quando a corrente de partida reduz para o valor nominal do motor.

O tempo que o motor demora para alcançar uma velocidade superior a 95% de sua rotação nominal é o valor ao qual deve ser ajustado o relé de tempo.

Um tempo menor fará que depois da comutação, o motor utilize uma corrente muito elevada, praticamente similar àquela de partida direta, e precisamente são estas correntes que devem ser evitadas. Um tempo maior não trará nenhum benefício e sobrecarregará o motor.

A partida estrela-triângulo somente pode ser utilizada em motores com todos os terminais de suas bobinas acessíveis, ou seja, com seis terminais. Motores com três terminais como os das bombas submersas não podem utilizar partidas estrela-triângulo.

Para uma rede de 3 x 220 V, os motores devem ser do tipo 220 - 380 V, ou seja, devem estar projetados para trabalhar em triângulo com a tensão de rede.

Auto-avaliação

1. A partida estrela-triângulo é uma alternativa de partida – verdadeiro ou falso?
2. A corrente de partida estrela-triângulo é reduzida a um terço – verdadeiro ou falso?
3. O torque de partida do motor com uma partida estrela-triângulo também é reduzido a um terço – verdadeiro ou falso?
4. O tempo de partida estrela-triângulo é o mesmo que em uma partida direta – verdadeiro ou falso?
5. A comutação de estrela para triângulo deve ser feita antes de alcançar a velocidade nominal – verdadeiro ou falso?
6. A comutação de estrela para triângulo deve ser feita quando a corrente é reduzida – verdadeiro ou falso?
7. Um motor cuja placa diz 220-380 V pode ser ligado com uma partida estrela-triângulo em uma rede de 3x220 V – verdadeiro ou falso?
8. O relé de tempo para partida estrela-triângulo tem uma pausa para evitar um curto-circuito de rede – verdadeiro ou falso?
9. Um motor com três terminais pode funcionar com uma partida estrela-triângulo – verdadeiro ou falso?
10. O relé de sobrecarga é regulado para 58% da corrente que o motor utiliza da rede – verdadeiro ou falso?

Respostas na página 188

13 Partidas Suaves

Generalidades

Em uma partida estrela-triângulo, a carga e o motor ficam sujetos a esforços mecânicos muito elevados, devido aos elevados picos ocorridos durante a comutação da estrela para triângulo. Assim, uma boa substitução a este método, entre outros, pode ser realizada através das chaves de partida suave. Estas chaves, devido a novas tecnologias, podem também economizar energia.

Os dispositivos de partida suaves são equipamentos eletrônicos capazes de controlar a tensão enviada ao motor. Conectados a uma rede trifásica, variam a tensão de saída desde um valor predeterminado (ajustável) até o valor nominal da rede e, portanto, a tensão de operação do motor, em um tipo ajustável chamado rampa de partida (veja fig. 13.1).

Existem dois tipos de equipamentos: os de aplicações standard (baixa funcionalidade), que controlam as tensões em duas fases (dispositivos de partida suave Sirius 3RW30 ou 3RW40) e os de aplicações de alta funcionalidade, que controlam as tensões em três fases (dispositivo de partida 3RW44). Todos têm incorporado um contator de by pass que é fechado automaticamente quando terminado o processo de partida, além disso são capazes de controlar a corrente de partida que o motor utiliza da rede.

De forma muito simples, através de potenciômetros podem ser realizados todos os ajustes necessários aos equipamentos destinados para aplicações simples/ standard (que não requerem um grande número de funções). Em equipamentos para aplicações de alta funcionalidade (que exigem um número maior de funções) a parametrização é realizada também de maneira muito simples, através de apenas 4 teclas com a ajuda de um display, sem a utilização de códigos para identificação das funções.

Nos dispositivos de partida suave SIRIUS 3RW30 e 3RW40, a faixa de ajuste da tensão inicial vai desde 40 até 100%, e o tempo de rampa pode ser ajustado desde 0 a 20 segundos. Por outro lado, na chave de partida SIRIUS 3RW44, estes valores de ajustes estão entre 20 e 100% da tensão nominal e de 1 a 360 segundos (máximo 1000s), respectivamente.

Alguns equipamentos também possuem a função de parada suave. Nestes, a tensão no motor é reduzida também de forma gradual (ao contrário da partida)

FOTO 13.1 CHAVES DE PARTIDA E PARADA SUAVE SIRIUS

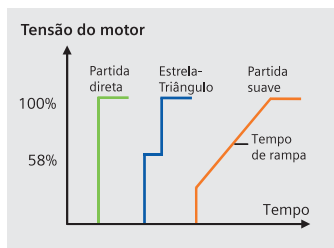
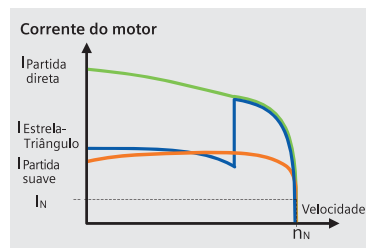



FIG. 13.1

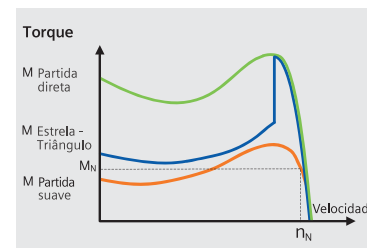
FIG. 13.2

FIG. 13.3

CURVAS DE TENSÃO, CORRENTE E TORQUE, EM FUNÇÃO DA VELOCIDADE, PARA CHAVE DE PARTIDA SUAVE COMPARADA COM PARTIDA DIRETA E PARTIDA ESTRELA-TRIÂNGULO

dentro de um tempo determinado. Ambos estes valores podem ser ajustados, dependendo do tipo de equipamento utilizado.

A chave de partida SIRIUS 3RW44, além disso, possui a função "Parada de Bomba", podendo assim realizar paradas de bomba, evitando o prejudicial golpe de "Aríete".

Economia de energia

Todos os dispositivos de partida e parada suave Siemens possuem incorporado um contator de bypass em paralelo com os tiristores, retirando os tiristores do sistema após concluído a partida. O contator é preparado para categoria de serviço AC-1. Desta maneira temos uma grande redução da potência dissipada durante o regime nominal de operação, resultando em economia de energia.

Conexão dentro do delta do motor

A chave de partida SIRIUS 3RW44 permite sua conexão dentro do delta do motor, como mostrado na figura 13.6. Assim, a corrente de linha pode ser aumentada em um fator de $\sqrt{3}$ ($\sqrt{3}$ = 1,73), resultando em uma opção muito econômica.

Partida seqüencial de motores (vários motores)
Através do contato de saída de sinalização de partida concluída, podem ser realizadas partidas seqüenciais de motores, já que uma vez finalizada a partida, o equipamento de partida pode ser retirado de serviço ficando disponível novamente para dar partida no próximo motor. Nesta utilização, não será mais possível utilizarmos a função de parada suave.

A partida de vários motores somente pode ser utilizada se não for superado a quantidade máxima de partidas permitidas por equipamento, e a potência da chave de partida suave deverá ser ao mínimo correspondente ao motor de maior potência.

Aplicações
As chaves de partida suave (soft starters) são adequadas para partidas e paradas suaves de motores assíncronos trifásicos, para a utilização de frenagem em algumas aplicações e economia de energia na instalação.

Áreas de aplicação
- Bombas, compressores
- Ventiladores
- Esteiras
- Britadeiras
- Moinhos
- Misturadores
- Etc

Características particulares da linha de alta funcionalidade SIRIUS 3RW44
Além de ser um equipamento muito compacto, a chave de partida SIRIUS 3RW44 apresenta outras características:
- Partida suave com impulso de tensão para cargas com torque inverso, partida suave por controle de torque tornando a partida linear, partidas com limitação de corrente ou de torque, partidas com funções combinadas para uma melhor adequação a carga.
- Ajustes de até 3 blocos de parâmetros, de forma independente.
- Registro de falhas e lista de eventos, avisos de falhas.
- Não utiliza códigos para identificação de funções.
- Quatro tipos de parada: parada por inércia, parada suave, parada de bombas e frenagem em corrente contínua.

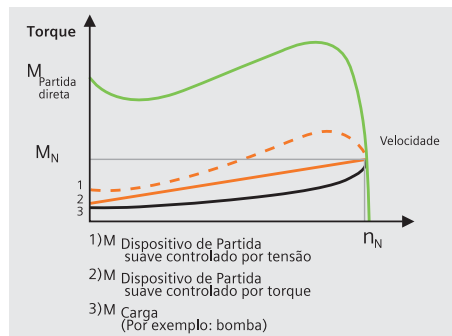



FIG 13.4 COMPARAÇÃO DAS CURVAS DE TORQUE PARA UMA CHAVE DE PARTIDA SUAVE ATRAVÉS DOS MÉTODOS DE CONTROLE POR TENSÃO E CONTROLE DE TORQUE

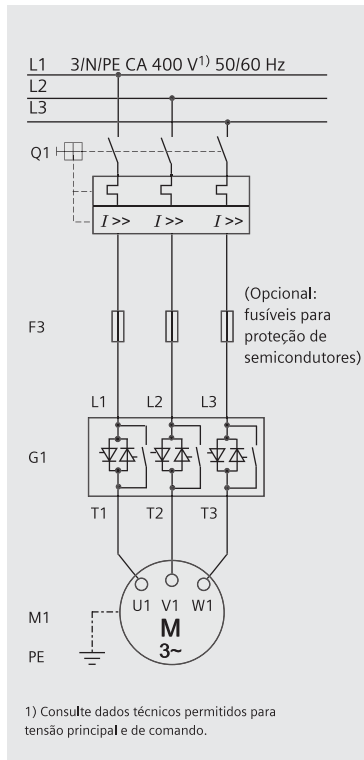



FIG 13.5 CONEXÃO EM LINHA / DIRETA

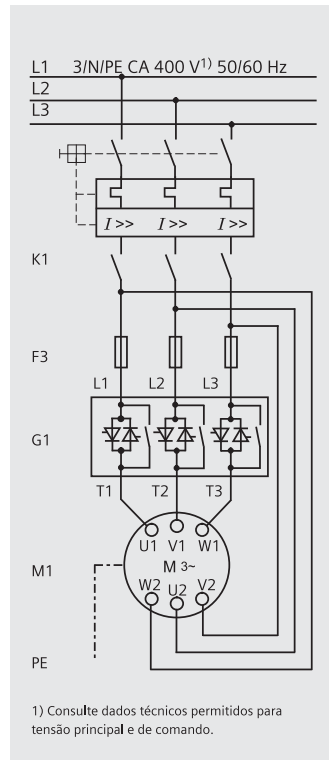



FIG 13.6 CONEXÃO NO TRIÂNGULO (DENTRO DO DELTA DO MOTOR)

- Proteção eletrônica de sobrecarga do motor.
- Proteção eletrônica contra sobrecarga interna do equipamento.
- Entrada para sensores PTC.
- Possibilidade de ajustes de parâmetros, visualização e comando via software Softstarter ES.
- Interface opcional para comunicação em redes Profi bus-DP.
- Display externo para colocação na porta de painel.

Montagem

As chaves de partida SIRIUS estão dentro do conceito de modularidade, conforme outros componentes da linha SIRIUS. Assim, em muitas aplicações, temos desde dimensões similares a montagens sem a utilização de cabos adicionais entre equipamentos.

As chaves de partida suave SIRIUS 3RW30 não possuem proteção de motor incorporada, sendo assim a devida proteção do motor deverá ser prevista pelo projetista. Para esta função, podem ser utilizados relés de sobrecarga térmicos 3RU11, eletrônicos 3RB2 ou mesmo disjuntores 3RV10. Já as chaves de partida suave SIRIUS 3RW40 e 3RW44 possuem incorporada a função de proteção de sobrecarga do motor, para partidas normais, pesadas e para elevada frequência de manobra.

Em aplicações pesadas onde podemos ter tempos prolongados de partida, devermos considerar na especificação também as classes de disparo possíveis

de utilização. Em algumas aplicações será necessária a retirada desta função (desabilitar classe de disparo) e considerar a utilização de sensores de temperatura tipo PTC. Alguns tipos de paradas suave também podem apresentar uma carga adicional, podendo atuar a proteção de sobrecarga.

Para a correta proteção da chave de partida suave, devem ser utilizados fusíveis ultra-rápidos, quando desejado uma proteção completa (coordenação tipo 2). Como exemplo de montagem junto a estes fusíveis, podemos ter um disjuntor 3RV10 acoplado a uma chave de partida suave SIRIUS, por meio de um módulo de conexão 3RA19 (sem necessidade de cabos) de tamanho correspondente. Diversas configurações de montagem são possíveis, respeitando o conceito dos tipos de coordenação (tipo 1 ou tipo 2). Consulte nossos catálogos e manuais.

Dado que chaves de partida suave (soft starters) são elementos eletrônicos que não garantem uma separação galvânica adequada, deve ser considerado um elemento seccionador onde tenhamos uma distância de abertura entre os contatos do dispositivo. Vale lembrar: dispositivos a semicondutores não devem ser utilizados como dispositivos de seccionamento (conforme norma)!

Circuitos de comando para partidas suaves standard

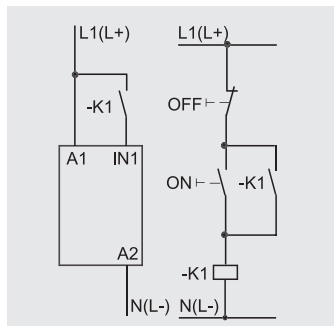



FIG 13.7 COMANDO ATRAVÉS DE BOTÕES E CONTATOS AUXILIARES (S00)

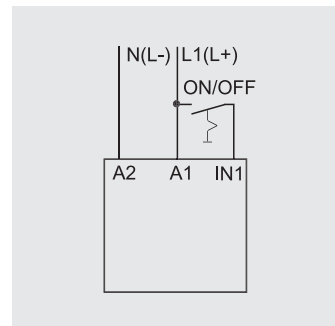



FIG 13.9 COMANDO ATRAVÉS DE BOTÕES

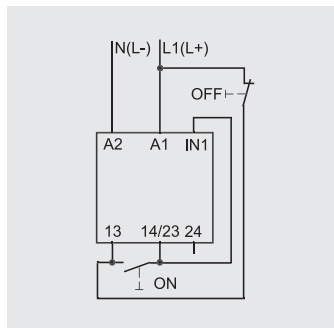



FIG 13.8 COMANDO ATRAVÉS DE BOTÕES E CONTATOS AUXILIARES (S0, S2 E S3)

Em instalações onde é necessária a utilização de elementos capacitivos, estes nunca deverão estar ligados entre a chave de partida suave e o motor (por exemplo, na utilização em conjunto com capacitores para correção do fator de potência).
Os capacitores deverão entrar somente com a chave de partida suave em regime de operação nominal (bypass interno fechado)!

Todos os elementos do circuito principal (como fusíveis, seccionadoras, contatores e relés de sobrecarga) devem ser dimensionados e pedidos separadamente. Ao compararmos os métodos tradicionais de partida com tensão reduzida e soft starters SIRIUS, devemos avaliar além dos custos, o menor tempo de montagem, a possibilidade de redução de tamanho e do painel, a simplicidade na montagem ao utilizarmos apenas 3 cabos, e principalmente a vantagem das reduções de desgastes mecânicos e elétricos quando comparados a partidas convencionais como estrela-triângulo, direta e compensadora.

Auto-avaliação

1. As chaves de partida suave permitem partidas sem picos de corrente e/ou torque no motor – verdadeiro ou falso?
2. O contator de by pass permite a redução de perdas durante o regime nominal do motor – verdadeiro ou falso?
3. O motor deve ter a tensão nominal de operação igual a da rede a qual será conectado – verdadeiro ou falso?
4. As chaves de partida suave não são protegidas com fusíveis gL / gG – verdadeiro ou falso?
5. Com o uso de ventiladores pode ser aumentada a capacidade de corrente da chave SIRIUS 3RW30 - verdadeiro ou falso?
6. As chaves de partida suave (soft staters) permitem a inversão do sentido de rotação do motor – verdadeiro ou falso?
7. Com uma chave de partida suave podemos acionar motores monofásicos – verdadeiro ou falso?
8. Um relé de sobrecarga ou um disjuntor-motor pode ser montado em conjunto com uma chave de partida suave SIRIUS 3RW30 – verdadeiro ou falso?

Respostas na página 188

14 Conversores de Frequência

Generalidades

Os conversores de frequência (também conhecidos como inversores) se diferenciam dos dispositivos de partida de motores porque estes últimos somente são capazes de alimentar o motor com a frequência nominal da rede. Por outro lado, os inversores podem controlar a velocidade de um motor de corrente alternada trifásico entre zero e dez vezes a velocidade nominal do mesmo. Estes valores de velocidade mínima e máxima geralmente são limitados pelas características mecânicas e construtivas do motor a ser controlado.

O princípio de funcionamento dos inversores tem como base alimentar o motor com uma corrente de frequência variável, por exemplo: entre 0 e 600 Hz, e desta forma ajustar a velocidade de rotação do eixo ao valor desejado. Um motor de dois pólos conectado a uma rede de 380 V CA 60 Hz gira aproximadamente a 3600 RPM se o inversor entregar uma frequência de saída de 30 Hz, o motor girará com a metade da velocidade. O inversor também se encarregará de regular, junto com a frequência, o valor eficaz da tensão de saída para manter constante a corrente entregue ao motor.

E, desta forma, contar com o torque nominal do motor em uma ampla faixa de velocidades. Por isso, os inversores são ideais para controlar bombas, ventiladores, compressores, esteiras, máquinas de embalagem, bem como para aplicações simples de posicionamento.

É importante ter em conta que os motores novos podem ser controlados por um inversor de maneira excelente e eficaz, enquanto os motores antigos podem apresentar problemas de isolamento depois de alguns meses de trabalho satisfatório. Os motores Siemens além de possuírem isolação Classe F para utilização em Classe B, também possuem a forma construtiva do rotor preparada para acionamento através de inversores com menos perdas e maior rendimento.

Os inversores para aplicações padrão de alimentação monofásica 1 x 220 V CA estão disponíveis para a faixa de potência que abrange entre 0,12 kW e 4kW e para alimentação trifásica 3x220/380/440 V CA, em todas as potências padronizadas entre 0,12 kW e 250 kW. (Foto 14.1).

FOTO 14.1 SINAMICS G110

FOTO 14.2 MICROMASTER

A tensão nominal do motor deve se igual à tensão nominal da rede, onde será conectado o inversor.

Software de configuração Starter

É um único software capaz de parametrizar toda a família de inversores Micromaster e Sinamics.

Oferece significativas vantagens competitivas graças a sua simplicidade de funcionamento e instalação. Além disso, facilita as tarefas de manutenção e diagnóstico, através de sua amigável interface gráfica.

Reatores (ou indutores) de comutação (de entrada ou de linha)

São utilizados para reduzir os picos de tensão ou eliminar os microcortes produzidos por manobras na rede. Estes tipos de reatores reduzem os efeitos das harmônicas sobre a rede.

Filtros RFI ou EMC (para Compatibilidade eletromagnética)

Os filtros integrados ou externos RFI (Rádio Frequência) Classe A, são utilizados para evitar que o inversor seja influenciado por ondas eletromagnéticas produzidas pelos demais equipamentos instalados próximos. São utilizados em áreas industriais.

Os filtros integrados ou externos RFI Classe B, são utilizados para evitar que o inversor de frequência emita ondas eletromagnéticas que interfiram em aparelhos próximos capazes de receber estas ondas. São aplicáveis em áreas comerciais ou escritórios. As correntes parasitas através do aterramento produzidas pelos inversores de freqüência com ou sem filtro, seja este integrado ou externo, apresentam na prática valores entre 10 e 50 mA. Os valores definidos dependem da configuração, o ambiente e o comprimento dos cabos. Não é possível garantir um serviço sem interferências se forem instalados interruptores diferenciais (DR’s) com uma sensibilidade de 30 mA. Por outro lado, podem ser instalados, sem complicações, interruptores com uma sensibilidade de 300 mA.

Reatores (ou indutores) de saída

São utilizados para compensar o efeito capacitivo dos cabos entre o inversor e o motor quando estas superam os 50 e 200 m (cabos blindados) ou os 100 e 300 m (cabos sem blindagem), respectiva-

mente, para potências até 100 CV e maiores que 100 CV. Se não forem utilizados os reatores de saída, estas correntes capacitivas utilizam valores tão consideráveis que ativam as proteções por superaquecimento do inversor.

Manobras

Apesar de não ser um aparelho de manobras, o inversor faz a partida e protege um motor. O comando pode ser local, por meio dos painéis frontais (BOP-Básico ou AOP-Avançado) também utilizados para o ajuste dos parâmetros no inversor ou remoto, seja através de entradas digitais ou analógicas disponíveis ou de uma rede de comunicação controlada por um equipamento de automação (CLP) ou por um computador. A velocidade do motor pode ser controlada, inclusive o sentido, pelos mesmos meios.

Proteções

A nova geração de inversores não precisa de proteções adicionais, já que conta com proteções contra sobrecargas e contra curto-circuitos. Somente devem ser protegidos os cabos de entrada por meio de fusíveis (retardados ou ultra-rápidos) ou disjuntores termomagnéticos.

Características principais

- Modularidade.
- Alimentação monofásica ou trifásica 1-3x220 V CA, 3x220 V CA e 3x400 a 600 V CA. Operação entre 10°C e 50°C, sem redução de potência (vide catálogo).
- Capacidade de sobrecarga ampliada 150% durante 60 segundos para cargas pesadas (torque constante).
- Entradas digitais opto isoladas, livremente configuráveis.
- Entradas analógicas (0-10 V ou 0-20 mA) podem ser utilizadas como outra entrada digital.
- Saída para relé (30 V CC-54 250 V CA-2A) livremente configurável.
- Saída analógica (0-4 20 mA) livremente configurável.
- Característica V-f linear, quadrática, multiponto e algoritmo de regulagem FCC (Flux Current Control), que otimiza a tensão aplicada ao motor para todas as freqüências de saída e condições de carga, vetorial “sensorless”, vetorial malha fechada, controle de torque.
- Regulador de processo PID integrado (nos modelos MM430, MM440 e G120).
- Amplas funções integradas de proteção do motor e inversor.
- Porta de comunicação RS485 integrado para interconexão a redes industriais.
- Portas de comunicação PROFIBUS-DP, DeviceNet e CanOpen como opcionais.

Acessórios

- Painel de operação básico removível (BOP).
- Painel de operação avançado com display de texto multilinguagem removível (AOP). Conjunto para montagem de painéis de operação em porta de painel.
- Filtros RFI classe A e classe B.
- Reatores de comutação ou de entrada.
- Reatores de saída para operação com cabos longos até o motor.
- Módulos para interconexão à redes PROFIBUS-DP, DeviceNet e CanOpen.
- Módulos para conexão a PC.

Auto-avaliação

1. Com um inversor é alterada a freqüência aplicada a um motor – verdadeiro ou falso?
2. Existem inversores de freqüência para conectar um motor trifásico a uma rede monofásica – verdadeiro ou falso?
3. Com um inversor de freqüência escalar "é possível atuar em cargas com alta dinâmica" – verdadeiro ou falso?
4. Com um inversor de freqüência é aplicado o torque nominal na partida – verdadeiro ou falso?
5. Até a velocidade nominal, o motor pode entregar sua potência nominal – verdadeiro ou falso?
6. Com um inversor de freqüência, é possível frear o motor – verdadeiro ou falso?
7. É possível alterar a velocidade de um motor já em funcionamento – verdadeiro ou falso?
8. É possível parametrizar o inversor de freqüência pelo seu frontal sem acessórios adicionais – verdadeiro ou falso?
9. Um inversor de freqüência sem BOP não funciona – verdadeiro ou falso?
10. Um inversor de freqüência sempre deve ser parametrizado antes de ser colocado em serviço – verdadeiro ou falso?

Soluciones en la página 188

15 Disjuntores em Caixa Moldada

Generalidades

Para segurança das instalações e garantia absoluta da proteção contra curto-circuitos e sobrecargas, é de fundamental importância especificar os disjuntores de forma adequada, seguindo rigorosamente as normas atualmente existentes no Brasil.

Existem disjuntores que são especialmente projetados para serem manipulados por usuários leigos, ou seja, para uso por pessoas não qualificadas e para não sofrerem manutenção (normalmente instalações residenciais ou similares), que constam na ABNT NM 60898.

Os disjuntores para serem manipulados por pessoas qualificadas, ou seja, com formação técnica, e para sofrerem ajustes de manutenção (normalmente instalações industriais ou similares) constam na NBR IEC 60947-2.

A norma NBR IEC 60947-2 estabelece os disjuntores aberto que, por suas características, não são mostrados nesta publicação e os disjuntores em caixa moldada, sobre os quais apresentaremos a seguir.

Os disjuntores em caixa moldada existem em execuções tri e tetrapolares e possuem diferentes capacidades de interrupção e tipos de disparadores. Além disso, aceitam diferentes tipos de acessórios.

Características

- Aplicação: diversas execuções para proteção de instalações, de geradores e de motores, com funções LI/LSI/LSIG.
- Elevada capacidade de ruptura de até 100 kA, conforme o modelo.
- Possibilidade de seletividade por tempos.
- Elevada limitação da corrente de curto-circuito.
- Diferentes possibilidades de conexão dos condutores principais graças a diferentes técnicas de conexão à barras e cabos através dos blocos conectores.
- Acessórios para sinalização, abertura à distância, motorização e intertravamentos.

Disparadores de proteção

Os disjuntores em caixa moldada dispõem geralmente de dois disparadores: um dependente de sua característica tempo-corrente, que reage diante de sobrecargas moderadas e outro que reage instantaneamente diante de elevadas sobrecargas e curto circuitos.

FOTO 15.1 DISJUNTORES EM CAIXA MOLDADA SENTRON VL

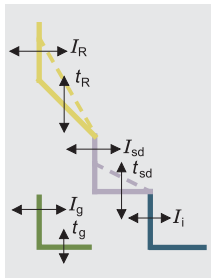



FIG. 15.1 POSSIBILIDADES DE REGULAGEM SOBRE AS CURVAS DE DISPARO EM DISJUNTORES CAIXA MOLDADA

Estes disparadores podem ser termomagnéticos ou eletrônicos, além disso, podem apresentar diferentes características e incluir disparadores adicionais, como com um leve atraso para fins de seletividade, com característica de proteção de motor ou de proteção de motor ou de proteção de falta à terra.

Os diferentes tipos de disparadores são:

- Proteção contra sobrecargas “L”
- Proteção contra curto-circuitos com curto retardo “S”
- Proteção contra curto-circuitos instantâneo “I”
- Proteção contra falta à terra “G”.

Os disparadores para a proteção contra falta à terra “G” atuam através da soma vetorial das correntes nas fases, disparam a partir da metade do valor nominal no disjuntor e são adequados para proteger as instalações contra os efeitos de faltas que poderiam gerar um incêndio.

Existe um módulo DR eletrônico que se permite acoplar a um disjuntor caixa moldada com disparadores de sobrecorrente termomagnéticos. Estes dispositivos possuem ajuste do tempo de retardo (Δt) e ajuste da corrente de falta nominal (IΔn), com valores de corrente de falta à terra de 30 mA a 3000 mA. Esta combinação é chamada de disjuntor com dispositivo de proteção diferencial incorporado (CBR).

A tabela 15.1 mostra um breve resumo de alguns dos diferentes disparadores de proteção dos disjuntores tripolares.

Contatos

Os contatos atuam com uma grande velocidade. Isto permite uma elevada capacidade de ruptura. Os contatos têm três posições: fechado, aberto por acionamento ou aberto por disparador de proteção. Esta é uma característica básica do disjuntor em caixa moldada que lhe permite diferenciar entre abertura por operação ou abertura por falha, e sinalizá-lo por meio de contatos de alarme.

Os contatos de alarme sinalizam se os contatos principais estão abertos por ação de um disparador, sendo que por outro lado, os contatos auxiliares informam se estão ou não abertos, sem importar a causa.

Disjuntores Caixa Moldada			Disparadores de proteção										
I_n	Modelo	Tipo	Térmico		Magnético		Eletrônico					Modelo	Tipo
			L	L	I	I	L	LM	S	I	G		
160 A	VL160X	3VL17	fixo	-	fixo	-	-	-	-	-	-	TM	DA
160 A	VL160X	3VL17	-	reg.	fixo	-	-	-	-	-	-	TM	DD
160 A	VL160	3VL27	-	reg.	-	reg.	-	-	-	-	-	TM	DC
250 A	VL250	3VL37	-	reg.	-	reg.	-	-	-	-	-	TM	DC
400 A	VL400	3VL47	-	reg.	-	reg.	-	-	-	-	-	TM	DC
630 A	VL630	3VL57	-	reg.	-	reg.	-	-	-	-	-	TM	DC
160 A	VL160	3VL27	-	-	-	-	sim	-	-	sim	-	ETU10	AB
250 A	VL250	3VL37	-	-	-	-	sim	-	-	sim	-	ETU10	AB
400 A	VL400	3VL47	-	-	-	-	sim	-	-	sim	-	ETU10	AB
630 A	VL630	3VL57	-	-	-	-	sim	-	-	sim	-	ETU10	AB
800 A	VL800	3VL67	-	-	-	-	sim	-	-	sim	-	ETU10	AB
1250 A	VL1250	3VL77	-	-	-	-	sim	-	-	sim	-	ETU10	AB
1600 A	VL1600	3VL87	-	-	-	-	sim	-	-	sim	-	ETU10	AB
160 A a 500 A	VL160 a VL630	3VL27 a 3VL57	-	-	-	-	-	sim	-	sim	-	ETU10M	AP
160 A a 500 A	VL160 a VL630	3VL27 a 3VL57	-	-	-	-	reg.	-	-	sim	-	M	DK
160 A a 1600 A	VL160 a VL1600	3VL27 a 3VL87	-	-	-	fixo	-	-	-	-	-	M	DE
160 A a 1600 A	VL160 a VL1600	3VL27 a 3VL87	-	-	-	-	sim	-	sim	sim	-	ETU20	AE
160 A a 1600 A	VL160 a VL1600	3VL27 a 3VL87	-	-	-	-	sim	-	sim	sim	sim	ETU22	AG

TABELA 15.1 DISPARADORES DE SOBRECORRENTE

Capacidade de ruptura

Os disjuntores em caixa moldada possuem capacidades de interrupção mais elevadas que os disjuntores segundo a norma NBR NM 60898, embora estejam definidos de diferentes maneiras.

A Norma NBR IEC 60947-2 para disjuntores define diferentes tipos de corrente de curto-circuito, entre elas a denominada “capacidade nominal de interrupção máxima em curto-circuito (Icu)”; valor que o disjuntor deve abrir com segurança, mas admite-se que pode ficar fora de serviço após a operação (corrente limite que pode causar danos e impedir de continuar operando). A norma também define a capacidade nominal de interrupção de curto-circuito em serviço (Ics), corrente que permitirá continuar operando, a qual o disjuntor depois de interromper deve permanecer em serviço, admitindo-se a possibilidade que no futuro possa atuar somente mais uma vez.

A corrente de serviço Ics é definida como um valor de 100%, 75%, 50% ou 25% do valor da corrente máxima de curto-circuito (Icu).

Existem disjuntores das mais variadas capacidades de interrupção, por exemplo:
Baixa capacidade
Disjuntor 3VF22 18 kA / 380 V CA
Disjuntor 3VT17 25kA / 380 V CA
Capacidade-padrão
Disjuntor 3VT27 e 3VT37 35kA / 380 VC
disjuntor 3VL17 a 3VL87 (N) 40-45-50 kA
Capacidade elevada
Disjuntor 3VT27 e 3VT57 65 kA / 380 CA
disjuntor 3VL17 a 3VL87 (H) 70kA
Capacidade muito elevada
disjuntor 3VL27 a 3VL87 (L) 100 kA.

Os disjuntores caixa moldada devem sua elevada capacidade de interrupção à sua velocidade de atuação e limitação da corrente de curto-circuito.

Seletividade

O limite da seletividade dos disjuntores caixa moldada depende da limitação de corrente e das características de disparo do disjuntor posposto, bem como do valor da energia de passagem I2t do elemento a montante.

Ao tratar-se de aparelhos muito velozes, seus valores são muito similares ainda entre disjuntores de tamanhos diferentes. Somente é possível alcançar seletividades razoáveis com disjuntores à montante com disparadores com retardo tipo LSI.

Em todos os casos, é recomendável utilizar disjuntores seletivos do tipo 3WL à montante, com eles é possível escalar uma seletividade 100 % segura.

Proteção de segurança ou Backup

Os disjuntores caixa moldada são utilizados como proteção de segurança para proteger disjuntores quando estes são instalados em circuitos com uma suposta corrente de curto-circuito superior a sua capacidade de interrupção.

Manobra de circuitos de corrente contínua

Os disjuntores SENTRON VL termomagnéticos de até 630 A de corrente nominal da Siemens podem ser utilizados em circuitos de corrente contínua. Conforme o tipo de conexão diferencia-se a tensão possível de manusear.

Disjuntores	3VT1-5	SENTRON VL	
Corrente nominal	Disjuntor	Tipo	Tensão
160 A	3VT17	3VL17 (VL160X)	690 VCA
160 A	-	3VL27 (VL160)	690 VCA
250 A	3VT27	3VL37 (VL250)	690 VCA
400 A	3VT37	3VL47 (VL400)	690 VCA
630 A	3VT37	3VL57 (VL630)	690 VCA
800 A	3VT47	3VL67 (VL800)	690 VCA
1000 A	3VT47	-	690 VCA
1250 A	3VT57	3VL77 (VL1250)	690 VCA
1600 A	3VT57	3VL87 (VL1600)	690 VCA

TABELA 15.2

Auto-avaliação

1. A Norma NBR 60947-2 define uma só curva de atuação para os disjuntores caixa moldada – verdadeiro ou falso?
2. A curva definida pela Norma NBR IEC 60947 é igual a uma das definidas na NBR NM 60898 – verdadeiro ou falso?
3. A curva de atuação do disparador ETU10M é igual a de um disjuntor – verdadeiro ou falso?
4. Existem disjuntores caixa moldada sem disparador térmico – verdadeiro ou falso?
5. A Norma NBR IEC 60947-2 define várias capacidades de interrupção – verdadeiro ou falso?
6. O disparador G permite proteger pessoas contra os efeitos de uma corrente de falta a terra – verdadeiro ou falso?
7. O módulo RCD permite proteger uma pessoa contra os efeitos de uma corrente de falta a terra – verdadeiro ou falso?
8. Os disjuntores caixa moldada contam com disparo livre – verdadeiro ou falso?
9. Um disjuntor caixa moldada pode oferecer proteção (Backup) a um disjuntor quando a capacidade máxima de interrupção deste não é suficiente – verdadeiro ou falso?
10. Não é possível abrir um disjuntor caixa moldada à distância – verdadeiro ou falso?

Respostas na página 189

16 Dispositivos de Manobra e Controle para Instalações

Generalidades

Sempre que uma instalação é controlada e automatizada, é porque um aparelho elétrico ou eletrônico está cumprindo essa tarefa.

Os interruptores à distância, automáticos de escada, contatores, interruptores horários e temporizadores são um claro exemplo de dispositivos de manobra e controle para instalações elétricas.

Relés de impulso

Sua utilização é para a conexão de circuitos de iluminação desde vários pontos diferentes.
O circuito de dois interruptores de combinação (interruptor paralelo) é simples, econômico e apropriado quando se quer controlar a iluminação desde dois pontos. Caso deseje controlá-la desde três ou mais pontos, isso se complica adicionando um interruptor de quatro entradas (bipolar paralelo) por ponto de manobra adicional, pois a fiação é complexa.

O relé de impulso conta com um contato (terminais 1 e 2) para a conexão do circuito de iluminação. Todas as lâmpadas são ligadas paralelamente.

Este contato muda de estado com cada pressão que a bobina de acionamento (terminais A1 e A2) recebe.

O circuito de pulsadores é conectado à bobina. Estes são conectados todos paralelamente. Cada vez que um dos pulsadores é pressionado, o contato comuta (se estiver aberto se fecha, e se estiver fechado se abre). As luzes podem ser apagadas desde o mesmo pulsador ou desde qualquer outro que seja pressionado.

As manobras são feitas por meio de pulsadores, se por uma falha o contato ficar fechado, aplicando tensão permanentemente, a bobina não queima, pois estará protegida!

Se, ao contrário, por razão de uma falha de fiação ou falta de tensão de comando ou fechamento do circuito, ou por alguma tarefa de manutenção se desejar acender a luz desde o painel, isto pode ser feito por meio de uma alavanca na frente do interruptor à distância, que além disso, serve como indicador de estado.

FOTO 16.1 INTERRUPTORES À DISTÂNCIA

O relé de impulso tipo 5TT4 101-0 tem uma tensão nominal de acionamento de 220 V CA (para outras tensões, consultar). O contato tem uma corrente nominal de 16 A, isto significa que pode manobrar:

- Lâmpadas incandescentes por um total de 2400 W
- Transformadores para lâmpadas halogênicas 1200 W
- Lâmpadas fluorescentes de 58 W sem compensação de 25 unidades
- Lâmpadas fluorescentes de 58 W com compensação de 35 unidades

Se o contato manobra um contator, é possível, também, manobrar motores desde diversos lugares com muita facilidade, por exemplo: a ventilação de um local. O relé de impulso tipo 5TT4 101-0 ocupa um módulo de montagem (18 mm).

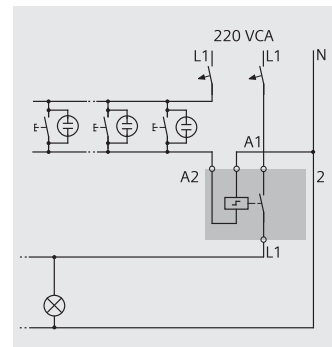



FIG 16.1 CIRCUITO MONOFÁSICO DE ILUMINAÇÃO EM 220 VCVCA

Minicontatores silenciosos

Os minicontatores silenciosos são adequados para instalação em locais com presença de pessoal para a manobra de motores (ar-condicionado ou outras cargas), circuitos de iluminação, resistências, etc.

Existem várias versões de tensões nominais de acionamento 24 VCC, 24 VCA, 220 VCA. As bobinas para corrente alternada são adequadas para 50 e 60 Hz. Com contatos auxiliares 1 NA ou 1 NC que somados aos três principais fazem um total 4 NA ou 3 NA 1 NC.

Podem ser montados sobre trilho DIN EN 50025 de 35 mm e ocupam dois módulos de montagem (36 mm). Permite conectar condutores de até 4 mm2 de seção.

Minuteria

Permitem temporizar a iluminação de um setor. Um pulsador fecha um contato com o qual, por exemplo, são acesas as luzes e inicia a contagem de um tempo, que decorrido este, o contato se abrirá e as luzes se apagarão. São utilizados quando se deseja iluminar um setor de passagem durante o tempo necessário para que, quem acendeu as luzes possa movimentar-se e abandonar o setor depois deste tempo, pois a luz se apaga.

Para fins de manutenção, é possível fechar o contato mecanicamente.

A minuteria tipo 7LF6 111 pode ser regulada entre 1 e 10 minutos. Sua largura é de um módulo (18 mm). A bobina de acionamento tem uma tensão nominal de 220 VCA. Seu contato tem uma corrente nominal de 10 A, ou seja, que pode manobrar:

- Lâmpadas incandescentes por um total de 2000 W
- Lâmpadas fluorescentes por um total de 1100 W

FOTO 16.2 MINUTERIA 5TT1 311-1

Existem dois circuitos:

Circuito tetrafilar (quatro fios), pulsadores conectados na fase L.

Circuito geralmente utilizado em instalações novas, com condutores separados para pulsadores e lâmpadas.

Opcionalmente pode ser conectado um interruptor externo para possibilitar a iluminação permanente.

A minuteria pode ser reiniciado antes que finalize o tempo ajustado.

Circuito trifilar (três fios), pulsadores conectados no condutor neutro N:
Este circuito somente é utilizado quando se tem um número limitado de condutores. **É utilizado somente em instalações antigas**, para reposição e para aproveitar os cabos instalados.

Este circuito trifilar é tecnicamente viável, mas os pulsadores estão conectados ao neutro, e as lâmpadas à fase, sendo que não satisfaz o mencionado na regulamentação da NBR 5410/2004 e na Norma DIN VDE 0110, Parte 460.

A minuteria pode voltar a funcionar antes de finalizar o tempo programado.

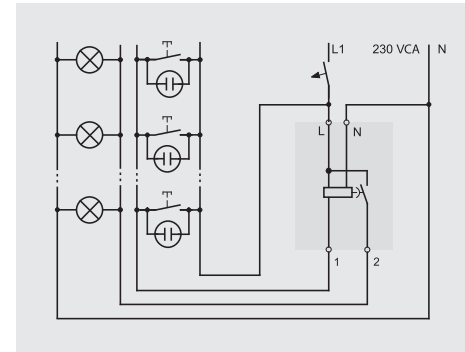



FIG 16.2 CIRCUITO TETRAFILAR (QUATRO FIOS)

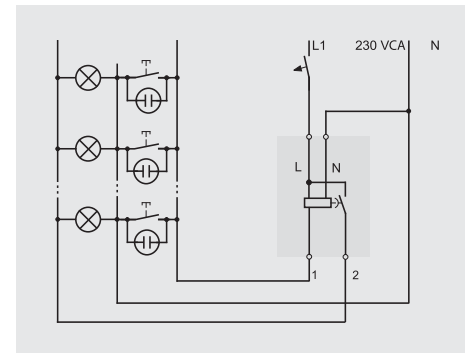



FIG 16.3 CIRCUITO TRIFILAR (TRÊS FIOS)

Interruptores horários (Relés horários)

Os interruptores horários são dispositivos que cumprem uma rotina cíclica diária, semanal ou anual. É possível indicar em que momento um contato associado deve ser fechado ou aberto alcançando assim uma repetição da função.

Os interruptores horários podem ser de um ou três canais, ou seja, que têm um ou três contatos para cumprir até três ciclos diferentes.

Os interruptores horários de ciclo diário **podem ser mecânicos (motor sincrônico) ou digitais (cristal de quartzo).**

Aplicações

Os interruptores horários mecânicos podem ser utilizados em todas as aplicações previstas para os interruptores horários digitais, sempre que a separação mínima entre comutações alcance para os fins requeridos. Os limites ajustáveis podem ser fixados sobre os discos sem ferramentas.

Os interruptores horários digitais são utilizados para comutar circuitos de instalações, partes das mesmas ou funções tais como instalações de irrigação, estufas, jardins, piscinas de natação, filtros, aquecimento, ar-condicionado, ventiladores, saunas, aquários, fontes ornamentais, controles de cabines, sinais de descanso, sinais de campainha, iluminação de vidraças, painéis luminosos de propaganda, iluminação de pavilhões para a prática de esportes, controle de semáforos, iluminação de painéis indicadores, iluminação de escritórios, escadas, semi-eixos, acessos e objetos, pré-aquecimento de fornos, ventiladores, bombas de circulação, etc.

Função

A hora do dia controlada por um cristal de quartzo é comparada com o programa de pontos de comutação e liga e desliga o interruptor conforme for programado.

Interruptor horário controlado por cristal de quartzo e com reserva de operação:
Um circuito eletrônico controlado por cristal de quartzo fornece ao acionamento uma tensão com freqüência estabilizada e torna independente o interruptor horário da freqüência de rede. **Se o fornecimento de rede for interrompido, o relógio continua funcionando.**

Os interruptores horários digitais comutam com a precisão de minutos e são realizadas comutações horárias em determinados dias da semana ou por datas e em períodos de determinadas datas. Em todas estas aplicações superam as prestações dos interruptores horários mecânicos.

O temporizador é um instrumento que, por meio de motor síncrono e um conjunto de indicadores numéricos, **pode medir as horas de funcionamento de uma máquina, ou seja, conectada à rede.**

Existem duas versões para montagem sobre trilho DIN EN 50 0222 de 35 mm (o mesmo que as termomagnéticas tipo 7KT5 807) com uma largura de duas unidades de montagem (18 mm), e para montagem na frente de painel por meio de um orifício quadrado de 68 (0,5 mm com quadro frontal de 72 x 72 mm tipo 7KT5 604).

Ambos temporizadores são para conexão a redes de 220 V, 60 Hz e não têm retorno para zero.

FOTO 15.3 TEMPORIZADOR

FOTO 15.4 INTERRUPTOR HORÁRIO

Auto-avaliação

1. Um relé de impulso é utilizado para acender as luzes em mais de dois pontos diferentes – verdadeiro ou falso?
2. Para apagar as luzes com um relé de impulso é necessário apertar um pulsador diferente – verdadeiro ou falso?
3. A minuteria pode ser reiniciado antes que se apaguem as luzes - verdadeiro ou falso?
4. O circuito de três fios é utilizado em circuitos antigos para aproveitar os poucos condutores disponíveis – verdadeiro ou falso?
5. No circuito de quatro fios, os interruptores são conectados ao neutro – verdadeiro ou falso?
6. O circuito de três fios é perigoso porque o fio “fase” é levado para as lâmpadas, por isso não é recomendável pela regulamentação NBR 5410/2004 – verdadeiro ou falso?
7. Um interruptor horário cumpre ciclos que se repetem - verdadeiro ou falso?
8. Um interruptor horário de programa semanal permite realizar programas diferentes para o final de semana – verdadeiro ou falso?
9. Com um interruptor horário podem ser realizadas todas as manobras desejadas – verdadeiro ou falso?
10. Com um temporizador é possível sinalizar quando uma máquina precisa de manutenção – verdadeiro ou falso?

Respostas na página 189

17 Módulos Lógicos Programáveis LOGO!

Generalidades

Os módulos lógicos programáveis são utilizados cada vez mais em aplicações de automação simples, em vez dos métodos convencionais de comando e controle como são os relés auxiliares e de tempo.

Por meio de uma **simples programação** são substituídos complicados e custosos dispositivos de comando e controle. Em um só produto, de pequenas dimensões, é possível programar temporizadores, contadores, realizar intertravamentos que permitem **automatizar de forma compacta, rápida e econômica.**

Circuitos de iluminação externos e internos na grande quantidade de aplicações em nível mundial comprovaram uma excelente performance do LOGO! não somente em âmbitos industriais, mas também nos mais diversos campos de automação como os seguintes:

- Residências, comércios, hotéis, estacionamentos, parques, áreas industriais;
- Sistemas de vigilância, controles de acessos, ruas internas e escadas, semáforos, alarmes;
- Automação de portas, barreiras, portões, comportas, tetos;
- Engenharia de edifícios, bombeamento, controle de persianas e cortinas, controle de campainhas de chamada, efeitos especiais de luz e som, controle de climatização;
- Pequenas tarefas em áreas industriais;
- Utilizado por fabricantes de máquinas (OEMs) no mundo inteiro.

Estrutura

O **módulo lógico programável LOGO!** é composto por uma unidade básica que contém a unidade de controle, com a memória para armazenar o programa e os elementos necessários para ligar a fonte de alimentação a oito entradas e quatro saídas e uma tela de cristal líquido LCD (display retroiluminado), onde, ao introduzir o programa por meio das teclas de programação, são visualizados todos os passos, por exemplo as combinações lógicas e os valores atribuídos às diversas funções programáveis. Durante o funcionamento, a tela mostra o estado das entradas, saídas e conforme o caso, a data e hora, ou textos de aviso.

Para aquelas máquinas onde no futuro não seja preciso mudar o programa desde o teclado incorpo-

FOTO 17.1 O LOGO! E SEUS MÓDULOS DE EXPANSÃO DE ENTRADAS/SAÍDAS

rado, existe a alternativa LOGO!PURE, sem tela LCD nem teclado de acesso.

A unidade de controle, lendo as entradas, e sobre a base do programa armazenado, atua sobre as saídas fazendo assim funcionar a instalação e/ou a máquina.

Caso que as entradas e saídas contidas na unidade básica não sejam suficientes, é possível, por meio de módulos de expansão, elevar a capacidade do LOGO!. Os módulos de ampliação podem ser agregados aos dois tipos de LOGO! (com ou sem Display), na medida que sejam requeridos para ampliar as funcionalidades do mesmo.

Somente é necessário montá-los sobre o trilho padronizado DIN EN 50 022 de 35 mm, fixá-los e deslocar um conector lateral vinculando-os ao LOGO!

Desta maneira poderá ampliar qualquer LOGO! até 24 entradas digitais, 16 saídas digitais, oito entradas analógicas e duas saídas analógicas.

As entradas binárias são utilizadas para detectar o estado de fim de curso, botões, sensores e detectores em geral, que informam ao LOGO! o estado do sistema que se deseja automatizar. Podem ser de 12-24 V CC, 24 V CA ou 220 V CA.

As entradas analógicas (0...10 V) permitem inserir a informação de elemento térmico ou outros sensores analógicos, para fixar níveis de leitura que permitam tomar decisões de controle. As saídas podem ser de 24 V CC ou para relés capazes de manobrar 110-220 V CA. Além disso, conta com saídas analógicas ou para fazer malhas de controle PI (Proporcional Integral).

Além da possibilidade de ampliação das entradas e saídas da unidade de controle, é possível ampliar a visualização de mensagens através da interface homen-máquina LOGO! TD. Este oferece quatro teclas com funções configuradas pelo usuário e display iluminado para a exibição de mensagens e ajustes.

LOGO! Soft Confort
O programa é elaborado por meio dos botões de programação da frente do LOGO!, ou por meio da ajuda de um computador pessoal e o software de programação LOGO! Soft Comfort, seguindo um esquema de blocos de funções ou de contatos (ladder), e é armazenado em um máximo de **200 blocos de programa.** Os mesmos possuem oito funções básicas e 30 especiais, como temporizações em seus diversos tipos, comparadores, interruptores horários, contadores, relés de memória, com ou sem retenção, etc.

O programa pode ser facilmente copiado para módulos de memória para ser transportado, facilitando, desta forma, a reprodução ou modificação de um programa à distância.

Se desejar, o programa pode ser protegido contra a intervenção de pessoas não autorizadas, impedindo desta maneira a cópia e perda de informação.

Economia de espaço
Por seu desenho compacto ocupa muito menos lugar que a técnica convencional. Do mesmo modo, a fiação que é muito mais reduzida permite fabricar painéis menores. Estudos realizados permitem considerar uma redução de 70 % no espaço requerido para um automatismo realizado por meio do LOGO! Os módulos LOGO! ocupam o mesmo espaço de um disjuntor termomagnético de quatro pólos (72 mm), e os módulos de expansão a metade (36 mm).

Economia de energia
Além de precisar de menos espaço, ao consumir menos energia, as fontes de alimentação necessárias serão de menor potência.

Economia de tempo
O LOGO! permite economizar até 80 % no tempo de realização de um projeto. Já na análise do projeto, sabendo que o LOGO! solucionará todas as tarefas vinculadas à automação, faz sentido investir tempo em um anteprojeto para o desenvolvimento do mesmo.

Logicamente a fiação é mais simples que aquela instalada em projetos com lógica tradicional. Funções reiteradas, simplesmente são copiadas sem a necessidade de repeti-las. Adicionalmente, a Siemens possui um portal na Internet dedicado exclusivamente ao LOGO! com **grande quantidade de exemplos e aplicações documentadas** que serão um bom ponto de partida para a hora de encarar os projetos.

SITOP modular

Estas inovadoras fontes de alimentação obedecem a um esquema completamente novo. A chave está no **projeto modular**, composto de uma fonte base que pode ser completado com outros módulos especializados em uma função determinada. A modularidade oferece vantagens em termos de flexibilidade, facilidade de manuseio e relação custo-benefício.

As fontes base

As compactas e robustas fontes base para conexão de 1, 2 ou 3 fases e intensidades de saída de 5 a 40 A constituem o fundamento para uma alimentação estabilizada com 24 V. Únicas em seu gênero são as fontes de 5 e 10 A, cuja entrada de faixa ampla permite conectá-las a praticamente qualquer rede do mundo. Cada fonte base pode ser fixada sobre trilho DIN.

- Tensão de saída ajustável até 28,8 V para compensar quedas de tensão nos cabos.
- 3 LEDs para sinalizar de forma detalhada o estado operacional.
- Power boost com até três vezes a intensidade nominal.
- Comportamento selecionável em caso de curto-circuito com intensidade constante ou desligamento.
- Característica de saída com comutação para operação paralela.

Os módulos adicionais

A funcionalidade das fontes-base pode ser ampliada com módulos para este efeito. O **módulo de sinalização** permite integrar perfeitamente a fonte no sistema de automação, através dos contatos “tensão de saída OK” e “pronto para operar”.

O **módulo buffer** oferece uma proteção efetiva contra cortes breves de rede que ocasionam a parada da instalação com 24 V. E com o módulo de redundância pode ser construída uma fonte de alimentação com configuração redundante. Isto permite garantir a alimentação quando uma das fontes estiver defeituosa.

O módulo de diagnóstico SITOP select

O módulo de diagnóstico constitui o complemento ideal para todas as fontes de 24 V com o fim de poder repartir e vigiar a corrente de carga por vários circuitos. Qualquer sobrecarga ou curto-circuito em um circuito são detectados de forma confiável, cortando-se de forma seletiva o circuito afetado. Como é mantida a alimentação com 24 V das restantes cargas é possível evitar paradas totais na instalação. Sinalizações detalhadas permitem localizar rapidamente as falhas e minimizar assim os tempos de parada.

SITOP UPS

Os módulos UPS constituem a proteção ótima contra cortes de rede prolongados. Equipada com um módulo UPS e um módulo de bateria, uma fonte SITOP com 24 V de tensão serve para **alimentar de forma não interrompida** com uma intensidade nominal de saída de até 40 A. A transição da alimentação desde a rede à alimentação por bateria é totalmente sem interrupção. Os módulos UPS dispõem de todas as funções de proteção e vigilância necessárias, garantindo assim uma grande disponibilidade. A função integrada de gestão de bateria garante uma alta vida útil dos módulos de bateria. Os estados de disponibilidade, de nível de carga da bateria e dos cabos à mesma são sinalizados com LED e contatos flutuantes. Os módulos UPS compactos de 6 e 15 A podem comunicar-se através de uma interface, o que permite integrá-los facilmente em instalações automatizadas por PC.

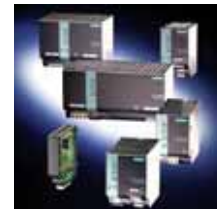



FOTO 17.2 SITOP FONTES DE ALIMENTAÇÃO E SEU PORTFOLIO COMPLETO

Auto-avaliação

1. O módulo lógico programável LOGO! é um equipamento de automação – verdadeiro ou falso?
2. O módulo lógico programável LOGO! é um PLC – verdadeiro ou falso?
3. O LOGO! tem capacidade de visualização – verdadeiro ou falso?
4. A entrada digital somente identifica presença de tensão.
5. Um contato NA acionado ou um NC sem acionar apresenta um estado lógico "1" – verdadeiro ou falso?
6. Uma saída conectada aciona a bobina de um contator, esta representa um estado lógico "1" – verdadeiro ou falso?
7. O LOGO! somente pode ser programado por meio de um PC.

Respostas na página 189

O que é LOGO!

O LOGO! é o módulo lógico para automação industrial e predial mais fácil de programar do mercado, que oferece várias vantagens:

- Fácil de montar
- Possui display de texto integrado ou externo
- Permite simulação e teste online no computador
- Possibilidade de módulos de expansão
- Versátil, realiza funções analógicas, aritméticas, de temporizadores, de contadores, entre outras
- Substitui comandos convencionais de relés

O LOGO! é disponível em duas classes de tensões:

- Classe 1 ≤ 24V, ou seja 12 V DC, 24 V DC, 24Vac
- Classe 2 > 24V, ou seja, 115...240 V AC/DC

O LOGO! é disponível em duas versões:

- **Com display ou sem display integrado:** expansível até 24 entradas digitais, 16 saída digitais, 8 entradas analógicas e 2 saídas analógicas.

Cada versão é equipada com uma interface de comunicação para programação e outra para o painel externo LOGO! TD, bem como as 39 diferentes funções para temporização, contagem, tratamento de sinais analógicos, aritmética entre outras.

Os itens da família LOGO! podem ser identificados pelas seguintes nomenclaturas:

- **12/24:** versão12/24 V DC
- **230:** 115...240 V AC/DC
- **DM:** módulo digital
- **AM:** módulo analógico
- **CM:** módulo de comunicação
- **TD:** painel de operação

A tabela abaixo mostra todos os tipos de LOGO! disponíveis:

Símbolo	Tipo de LOGO!	Alimentação/Ent. Dig.	Entradas	Saídas	Propriedades
	LOGO! 12/24 RC	12/24 V DC	8 digital (1)	4 relés (10A)	
	LOGO! 24	24 V DC	8 digital (1)	4 transistor 24V / 0.3A	Sem relógio
	LOGO! 24 RC (3)	24 V AC / 24 V DC	8 digital	4 relés (10A)	
	LOGO! 230 RC (2)	115...240 V AC/DC	8 digital	4 relés (10A)	
	LOGO! 12/24 RCo	12/24 V DC	8 digital (1)	4 relés (10A)	Sem display Sem teclas
	LOGO! 24o	24 V DC	8 digital (1)	4 transistor 24V / 0.3A	Sem display Sem teclas Sem relógio
	LOGO! 24 RCo (3)	24 V AC / 24 V DC	8 digital	4 relés (10A)	Sem display Sem teclas
	LOGO! 230 RCo (2)	115...240 V AC/DC	8 digital	4 relés (10A)	Sem display Sem teclas

(1) podem ser configuradas alternativamente:
4 entradas como analógicas (0..10V) e
4 entradas como entradas de contagem rápida.
(2) versões em 230V: as 8 entradas digitais estão agrupadas em dois grupos de 4 entradas por fase de ligação. Os 2 grupos podem ser conectados a diferentes fases.
(3) as entradas digitais em 24Vdc podem ser operadas com sensores tipo PNP ou NPN.

R: saídas a relé (sem a letra R as saídas são a transistor)
C: relógio integrado
o: versão sem o display

A tabela abaixo mostra os módulos de expansão que podem ser conectados ao LOGO!:

Símbolo	Tipo de expansão	Alimentação/Ent. Dig.	Entradas	Saídas
	LOGO! DM 8 12/24R	12/24 V DC	4 digital	4 relés (5A)
	LOGO! DM 8 24	24 V DC	4 digital	4 transistor 24V / 0.3A
	LOGO! DM 8 24 RC (3)	24 V AC / DC	4 digital	4 relés (5A)
	LOGO! DM 8 230 RC	115...240 V AC/DC	4 digital (1)	4 relés (5A)
	LOGO! DM 16 24	24 V DC	8 digital	6 transistor 24V / 0.3A
	LOGO! DM 16 24R	24 V DC	8 digital	8 relés (5A)
	LOGO! DM 16 230R	115...240 V AC/DC	8 digital (4)	8 relés (5A)
	LOGO! AM 2	12/24 V DC	2 analógicas 0...10V ou 0...20mA (2)	não existem saídas
	LOGO! AM 2 PT100	12/24 V DC	2Pt100 -50°C a +200°C	não existem saídas
	LOGO! AM 2 AQ	24 V DC	não existem entradas	2 analógicas 0...10V ou 0/4...20mA (2)

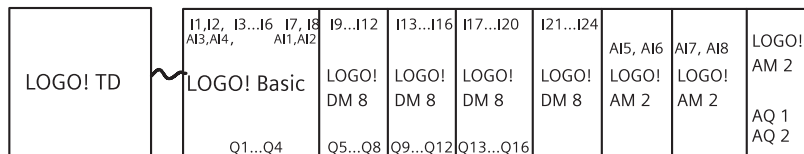
(1) não são permitidas diferentes fases no circuito das entradas.
(2) Podem ser conectadas 0..10V ou 0..20mA.
(3) as entradas digitais podem ser operadas com sensores tipo PNP ou NPN.
(4) versões em 230V: as 8 entradas digitais estão agrupadas em dois grupos de 4 entradas por fase de ligação. Os 2 grupos podem ser conectados a diferentes fases.
(5) Podem ser conectadas 0..10V / 0..20mA ou 4..20mA.

Configuração máxima do LOGO!

O LOGO! suporta o máximo de 24 entradas digitais, 8 entradas analógicas, 16 saídas digitais e 2 saídas analógicas. O usuário pode montar sua configuração de diferentes maneiras como mostra ao lado:

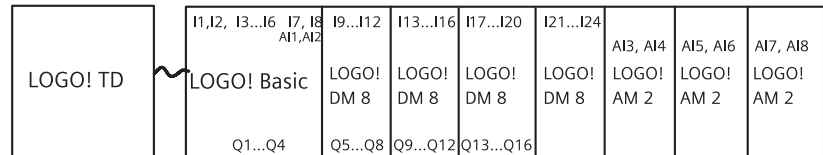
Configuração máxima do LOGO! – utilizando 4 entradas da CPU configuradas como analógicas (para o LOGO! 12/24RC/RCo
ou o LOGO! 24/24o). *(figura 1)*

Utiliza-se o módulo básico do LOGO!,
4 módulos digitais e 3 módulos analógicos

	I1,I2, I3...I6 I7, I8 AI3,AI4, AI1,AI2	I9...I12	I13...I16	I17...I20	I21...I24	AI5, AI6	AI7, AI8	
LOGO! TD ~	LOGO! Basic	LOGO! DM 8	LOGO! DM 8	LOGO! DM 8	LOGO! DM 8	LOGO! AM 2	LOGO! AM 2	LOGO! AM 2
	Q1...Q4	Q5...Q8	Q9...Q12	Q13...Q16				AQ 1 AQ 2

(figura 1)

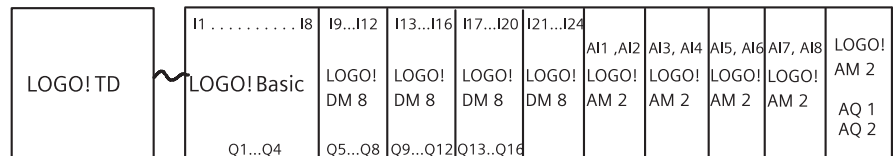
Configuração máxima do LOGO! – utilizando 2 entradas da CPU configuradas como analógicas (para o LOGO! 12/24RC/RCo ou o LOGO! 24/24o). *(figura 2)*

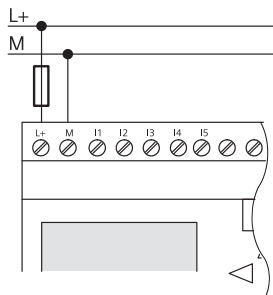
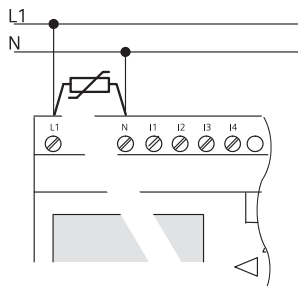
Utiliza-se o módulo básico do LOGO!, 4 módulos digitais e 4 módulos analógicos

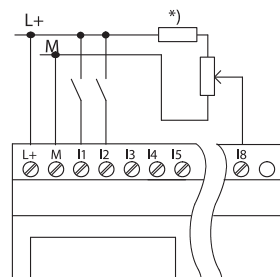
LOGO! TD
I1,I2, I3...I6 I7, I8
AI1,AI2
LOGO! Basic
Q1...Q4
I9...I12
LOGO! DM 8
Q5...Q8
I13...I16
LOGO! DM 8
Q9...Q12
I17...I20
LOGO! DM 8
Q13...Q16
I21...I24
LOGO! DM 8
AI3, AI4
LOGO! AM 2
AI5, AI6
LOGO! AM 2
AI7, AI8
LOGO! AM 2

(figura 2)

Configuração máxima do LOGO! sem utilizar nenhuma entrada da CPU configurada como analógica (para qualquer modelo atual de CPU LOGO!). *(figura 3)*

Utiliza-se o módulo básico do LOGO!, 4 módulos digitais e 5 módulos analógicos

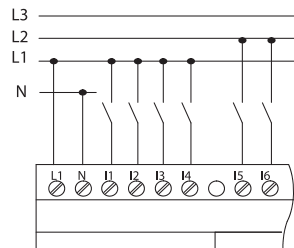
(figura 3)

Veja como alimentar o módulo lógico LOGO!

Alimentação DC

Alimentação AC

Veja como conectar as entradas no LOGO!

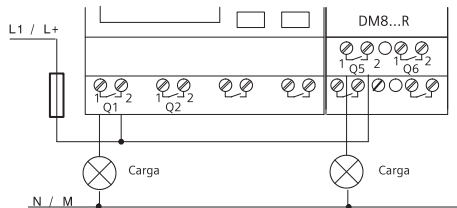
LOGO! 12/24...

As entradas digitais necessitam de uma referência de potencial igual ao da alimentação da CPU (borne M).

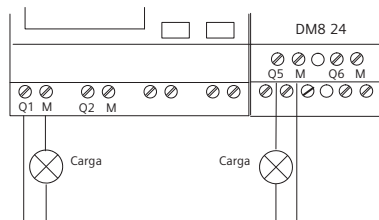
Sinais analógicos para o LOGO! 12/24RC/RCo e 24/24o devem ser alimentados pela mesma tensão da CPU.

Na figura temos uma associação de resistores como exemplo.

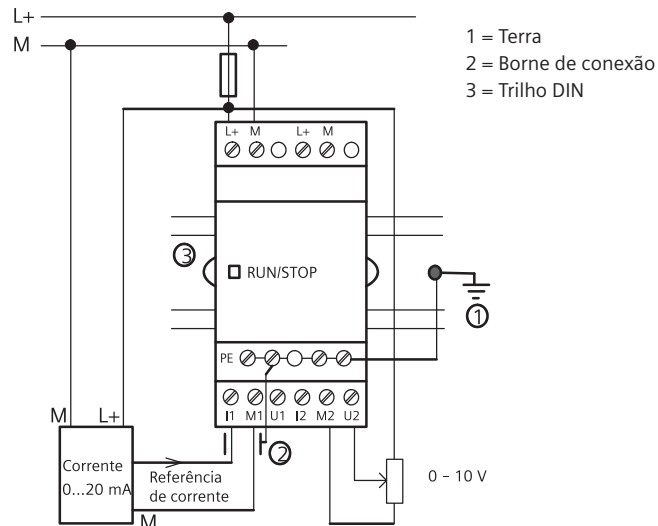
LOGO! 230...

As 8 entradas digitais estão agrupadas em dois grupos de 4 entradas por fase de ligação. Os 2 grupos podem ser conectados a diferentes fases.

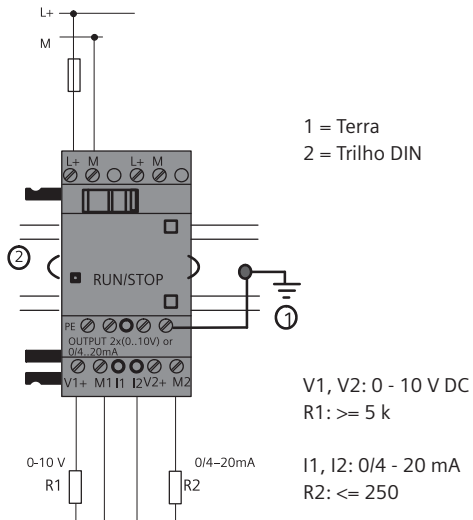
Veja como conectar as saídas no LOGO!

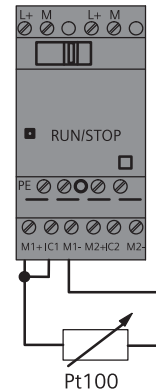
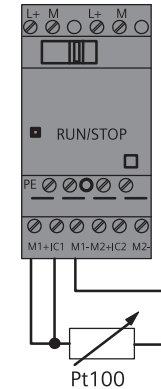
LOGO!...R...Saída a relê

Carga máxima permitida 10A por saída.

LOGO! ...Saída 24Vdc

Carga máxima permitida 0,3A por saída.

Veja como conectar o módulo de entradas analógicas do LOGO!

A figura abaixo mostra um exemplo de conexão com medição de corrente a 4 fios e medição de tensão a 2 fios.

Veja como conectar o módulo de saídas analógicas do LOGO!

A figura abaixo mostra um exemplo de conexão de cargas em tensão e corrente.

Veja como conectar o módulo analógico de PT100 do LOGO!

Ligação a 2 fios

Ligação a 3 fios

Como parametrizar o LOGO?

Exstem duas formas de parametrizar o LOGO!

- Pelo seu próprio frontal utilizando as teclas ←, ↑, →, ↓, ESC e Ok.
- Ou pelo programa de computador chamado LOGO! Soft Comfort

A maneira mais rápida e simples é pelo programa LOGO! Soft Comfort.

No site **www.siemens.com.br/logo** é possível fazer o download da versão demonstração do programa.

Na versão demonstração não é possível transferir a aplicação do computador para o LOGO!, mas é possível simular com segurança toda a lógica já feita.

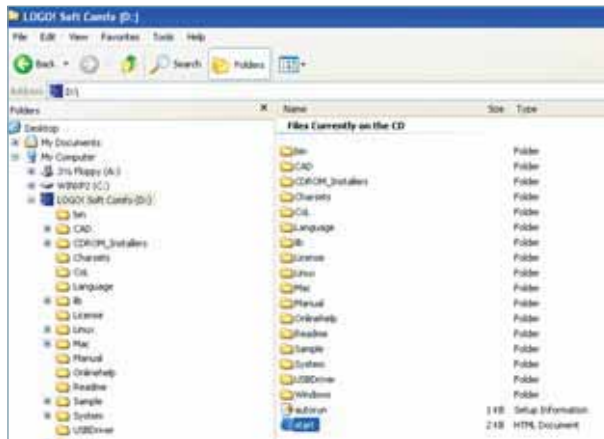
Para adquirir o LOGO! e o LOGO! Soft Comfort versão completa contacte um distribuidor autorizado Siemens consultando o site **www.siemens.com.br/logo.**

Para maiores informações entre em contato conosco: **0800 7 737373 Atenção ao Cliente**

LOGO! Soft Comfort – Dicas de utilização

a. Como instalar o LOGO! Soft Comfort?

Insira o CD de instalação no compartimento de CD do seu computador.

Abra o Windows Explorer no drive de CD e clique em Start.

Em seguida clique em Installation.

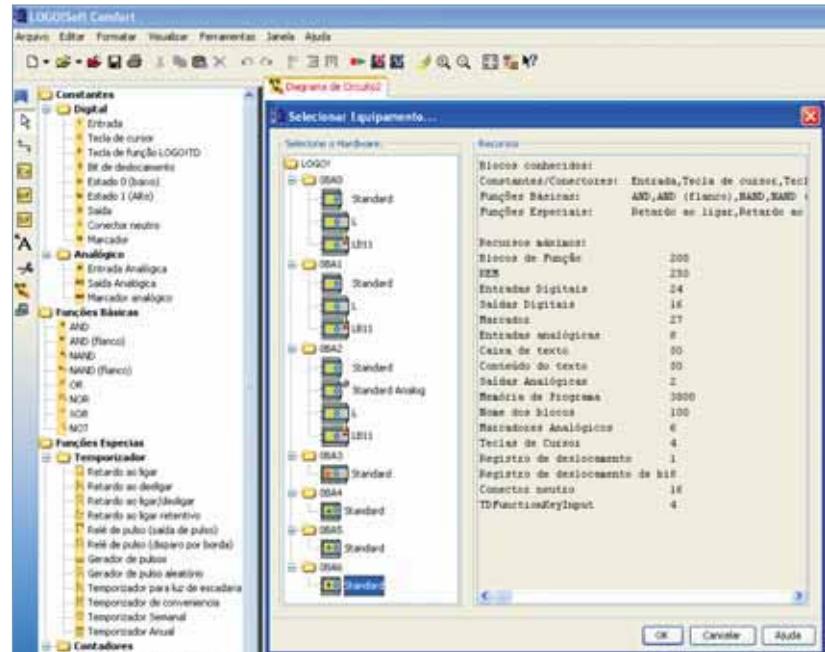
b. Como criar um novo projeto?

Para criar um novo projeto clique em Arquivo ⟶ Novo. O usuário terá duas opções de edição; Ladder ou FBD.

c. Como escolher o tipo de CPU do LOGO?

Depois de criado um novo projeto é importante o usuário determinar o tipo de CPU do LOGO, ou seja, se faz necessário informar para o programa qual CPU ele irá operar.

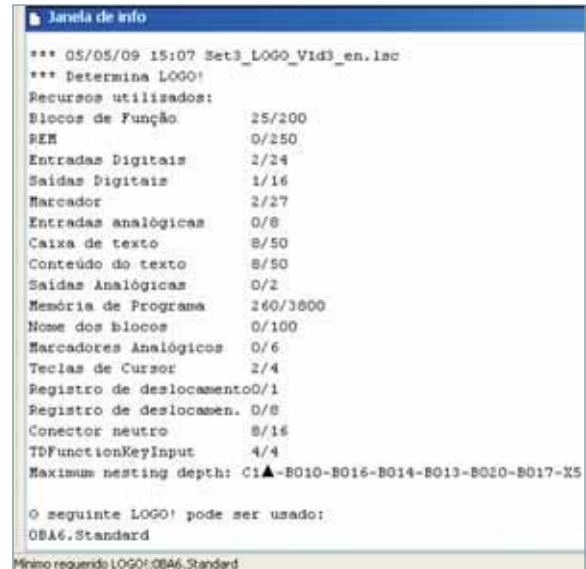
Clique em Ferramentas → Selecionar Equipamento.

Abrirá uma tela com as opções de CPU, desde a mais antiga até a mais atual. Escolha de acordo com o seu tipo de CPU.

d. Como converter a linguagem de programação FBD e/ou Ladder

Para converter entre linguagens de programação basta clicar no botão como mostra.

e. Como identificar o quanto de memória/bloco foi utilizado no programa do usuário?

Para saber o quanto de memória/blocos o LOGO! está utilizando, clique em Ferramentas → Determinar o LOGO!.

Para visualizar se faz necessário a janela de informação estar aberta (pressione a tecla F4 do computador).

f. Como determinar o tempo de ciclo do programa de usuário?

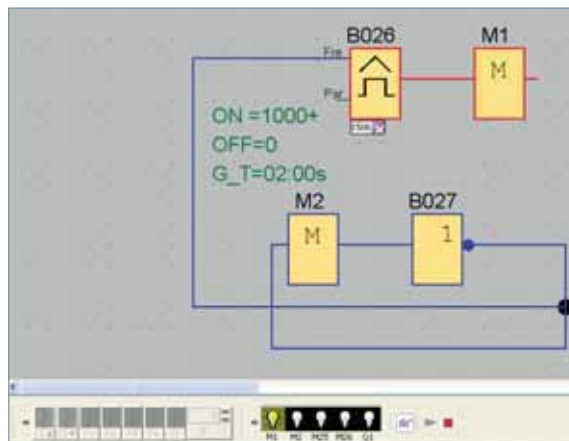
Para determinar o tempo de ciclo do programa basta construir a lógica como mostra:

Selecione o bloco “Interruptor controlado por frequencia” e ligue com um marcador não utilizado (exemplo M1). Dentro do bloco de “Interruptor controlado por frequencia” parametrize os seguintes valores:

Disparo de ligado = 1000
Disparo de desligado = 0
Tempo de porta = 2 segundos

Agora selecione uma porta NOT e ligue a um outro marcador M2. A saída da porta NOT conecte a entrada do próprio marcador M2 e também ao bloco “interruptor controlado por frequencia”.

A tela ao lado mostra a lógica sendo visualizada com a função Teste Online do LOGO! Soft Comfort. Observe que no campo do bloco 26 mostra o valor de frequência 1506.

Então o tempo de ciclo do programa é
1 dividido por 1506 = 0,664 mili segundos

g. Como atualizar o idioma do LOGO! Soft Comfort?

Para atualizar o idioma do LOGO! Soft Comfort o usuário necessita ter o arquivo de atualização com a seguinte extensão ".luf".

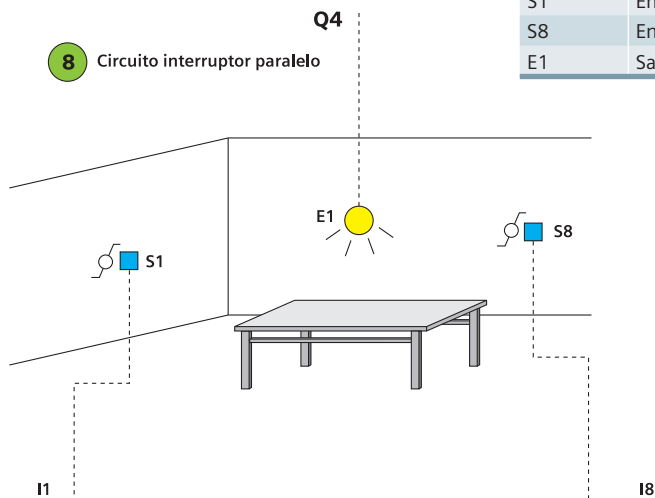
No site **www.siemens.com.br/logo** é possível fazer o download gratuito do arquivo.

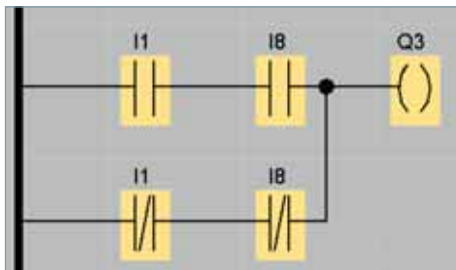
Com este arquivo em mãos, abra o LOGO! Soft Comfort, clique em Help (se estiver com o idioma inglês instalado) e depois em Update Center. Siga os passos até o ponto que o programa pedir para buscar o arquivo de atualização de idioma desejado. Depois de selecionado o arquivo o LOGO! Soft Comfort fechará e abrirá novamente com o novo idioma instalado.

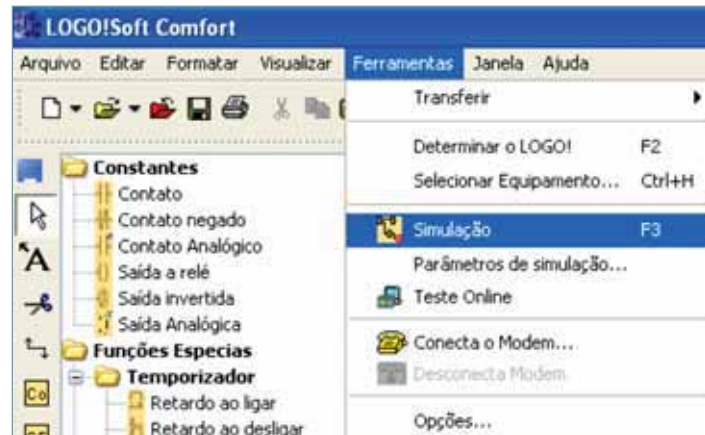
Circuito interruptor paralelo

Exemplos de aplicação do LOGO!

Neste circuito o usuário liga e desliga a lâmpada E1 (Q3) através dos interruptores S1 e S8 de dois pontos distintos.

Tabela explicativa

Símbolo	Ponto de ligação com o LOGO!	Comentários
S1	Entrada I1	Chave ou interruptor
S8	Entrada I8	Chave ou interruptor
E1	Saída Q3	Lâmpada

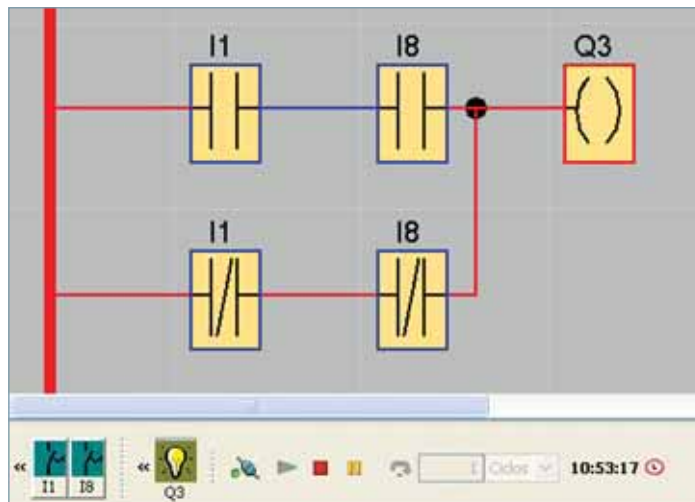
Abaixo observe o circuito da aplicação em formato LADDER:

Abaixo observe como simular a lógica no LOGO! Soft Comfort:

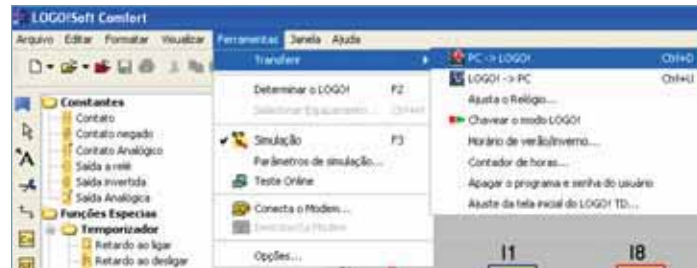
Clique em “Ferramentas” e depois em “Simulação” ou apenas pressione a tecla F3.

Veja que abrirá uma tela adicional com os sinais de entrada e saída.

Para simular basta clicar com o mouse nos botões I1 ou I8 e visualizar o comportamento da saída.

Para retornar ao modo de edição do programa pressione novamente a tecla F3.

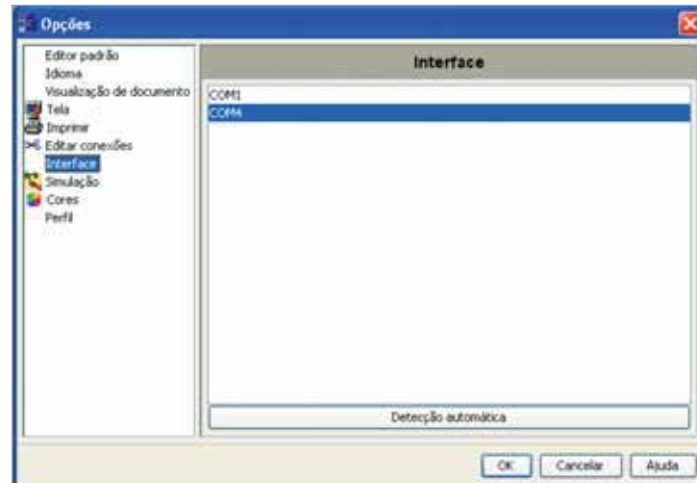
Saída ligada

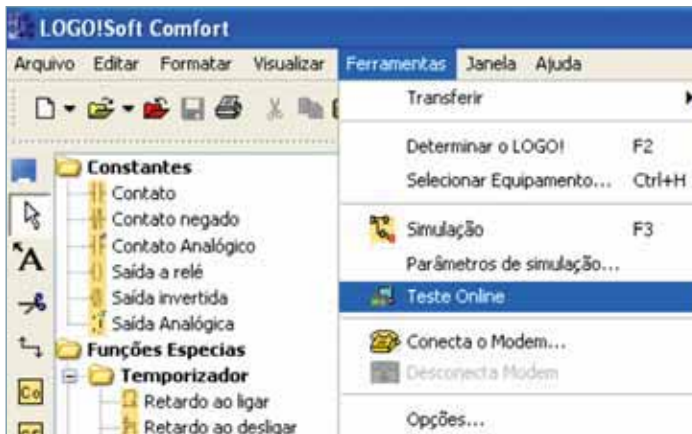
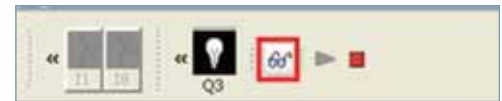
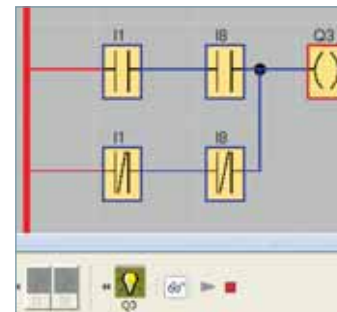
Saída desligada

Se o programa simulado está funcionando corretamente, então o próximo passo é transferir a lógica para o LOGO!

- Conecte o cabo PC LOGO! no seu computador e no LOGO!
- Clique em “Ferramentas”, “Transferir”, “PC -> LOGO”.

Mensagens durante a transferência da lógica:

Se aparecer a tela:

Ocorreu um erro de comunicação. Siga as instruções como seguem na mensagem.
Verifique se o cabo está conectado no LOGO!, se a interface está selecionada corretamente. Para confirmar a interface selecionada clique em "Selecione uma nova interface".

Uma outro modo é clicar em
Ferramentas → Opções → Interface

É possível também visualizar em tempo real a lógica operando.

- Clique em “Ferramentas”, “Teste Online”.

Para iniciar o teste em tempo real, clique na imagem que representa um “óculos”.

Veja como se comporta um teste Online (tempo real):

Circuito intervalado com 2 saídas

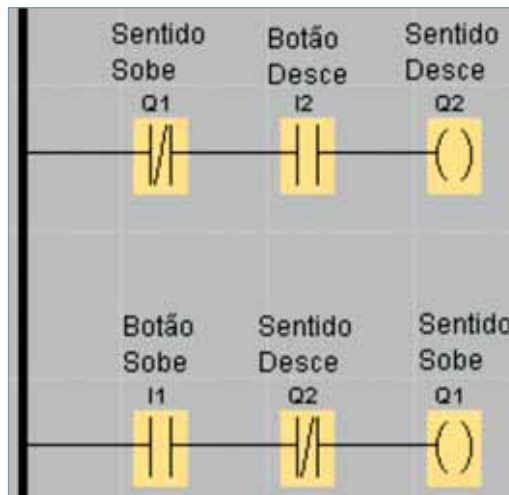
Neste exemplo foi feito um circuito intertravado com duas saídas, que previne 2 saídas de serem acionadas ao mesmo tempo.

Podemos imaginar um comando de um motor com dois giros (horário e anti-horário), abrindo e fechando uma porta ou portão de garagem.

Tabela explicativa

Símbolo	Absoluto	Comentários
Botão Sobe	I1	Botão que abre a porta
Botão Desce	I2	Botão que fecha a porta
Abre porta	Q1	Sentido de abertura da porta
Fecha porta	Q2	Sentido de fechamento da porta

Veja a seguir o diagrama da lógica desenvolvida no LOGO! Soft Comfort.

A grande facilidade neste exemplo foi utilizar a opção de contatos abertos e fechados interligados, assim as saídas nunca atuam ao mesmo tempo.

Circuito estrela-triângulo automático

Este exemplo mostra um circuito estrela-triângulo automático.

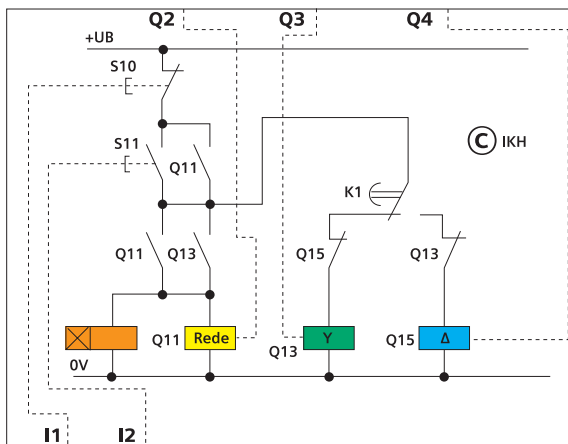
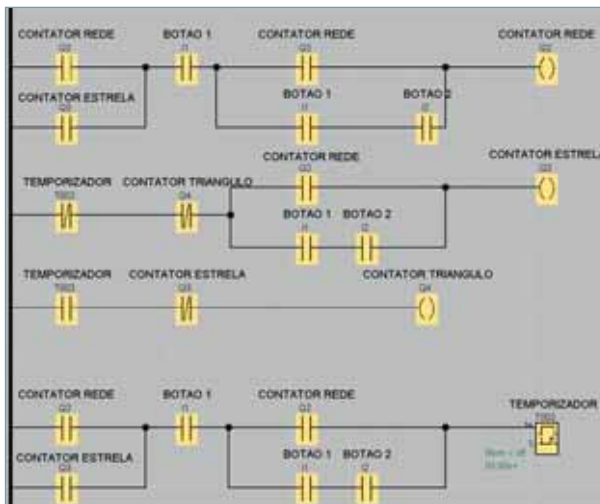



Tabela explicativa

Símbolo	Absoluto	Comentários
S10	I1	Botão
S11	I2	Botão
Q11	Q2	Contator rede
Q13	Q3	Contator estrela
Q15	Q4	Contator triângulo
K1		Temporizador

Veja a seguir a lógica feita no LOGO! Soft Comfort.

A lógica possui um temporizador com retardo ao ligar.

A saída deste bloco será acionada após o tempo ajustado ser alcançado.

Sistema automático de toque de sirene escolar

O controle de uma sirene escolar é feito pelo LOGO!

A sirene é acionado por 2 segundos; no início das aulas, no intervalo e no final das aulas do dia.

Em nosso exemplo a sirene deve funcionar de segunda a sexta as 8:00, 9:45, 10:00, 12:45, 13:30 e 16:30. Especialmente na sexta feira as aulas se encerram as 15:30.

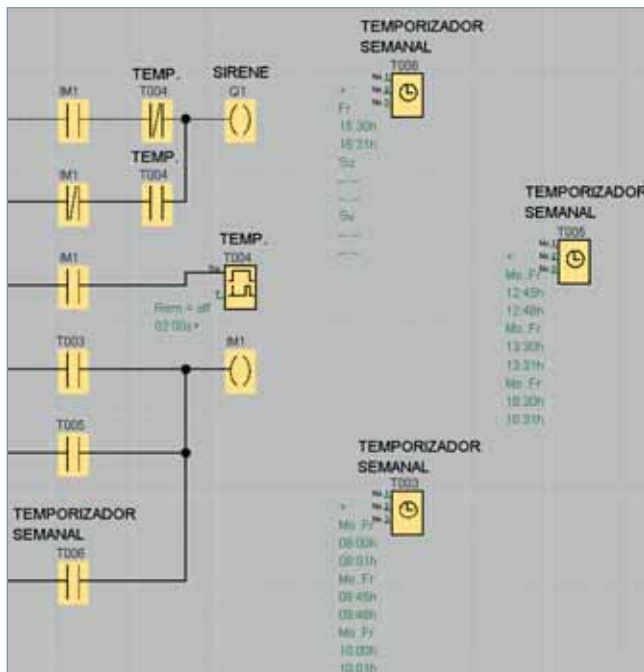
Um tempo de retardo garante que a sirene toque por 2 segundos (T006).

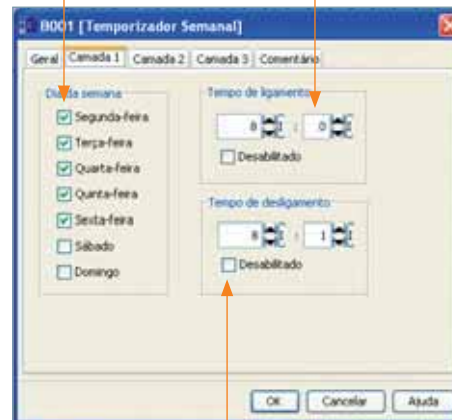
Tabela explicativa

Símbolo	Absoluto	Comentários
Sirene	Q1	Saída Q1

Veja a seguir o diagrama da lógica desenvolvida no LOGO! Soft Comfort.

O bloco de temporizador semanal foi utilizado por três vezes no programa.

Veja ao lado algumas explicações sobre este bloco.

Dias da semana que o temporizador funcionará

Ajuste do horário que a saída do temporizador semanal será acionada. Existem 3 faixas de ajustes

Ajuste do horário que a saída do temporizador semanal será desacionada. Existem 3 faixas de ajustes

Iluminação interna e externa de uma casa

Neste exemplo a iluminação interna e externa de uma casa é controlada pelo LOGO!.

A iluminação externa é dividida em 3 áreas (Q1, Q2 e Q3). Cada área tem seu próprio detector de presença (I2, I3 e I4). Se algum desses detectores de presença forem ativados durante um determinado período, a iluminação externa é ligada por 90 segundos.

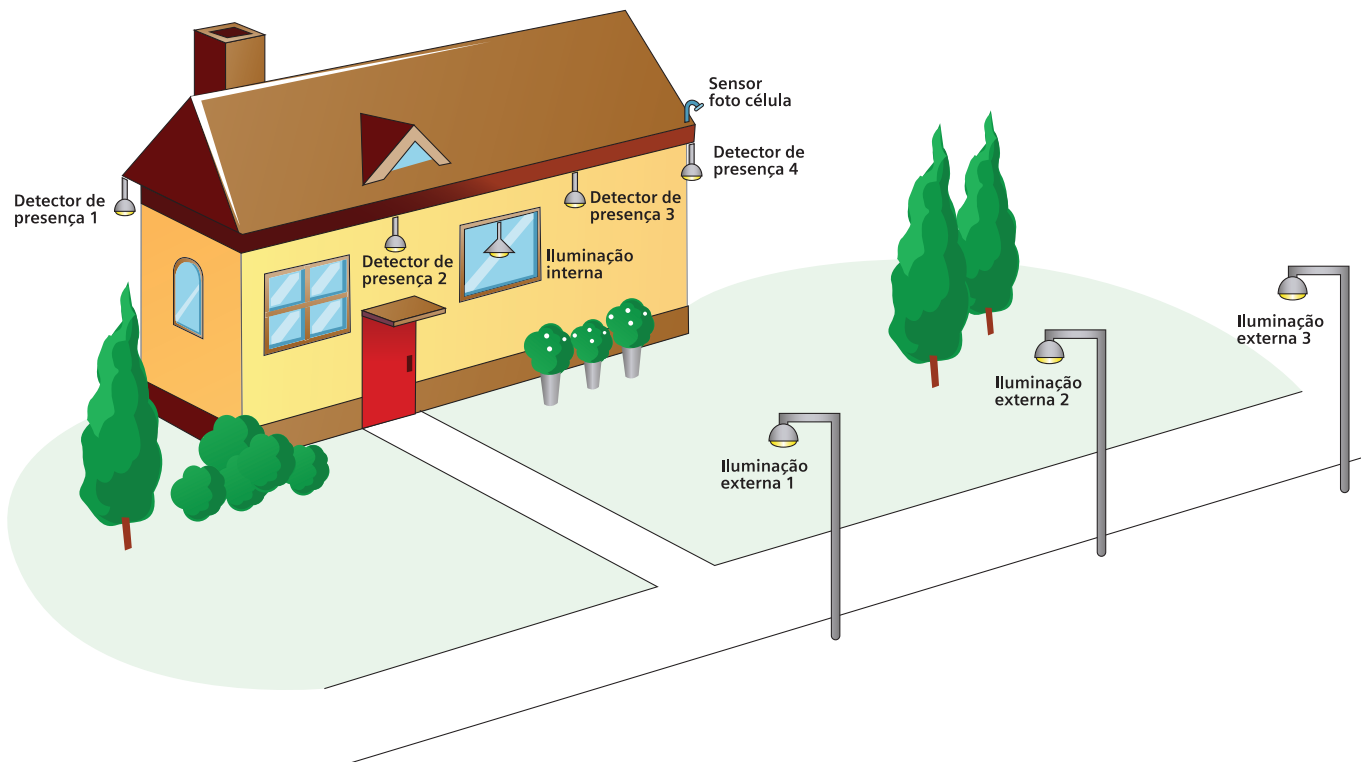
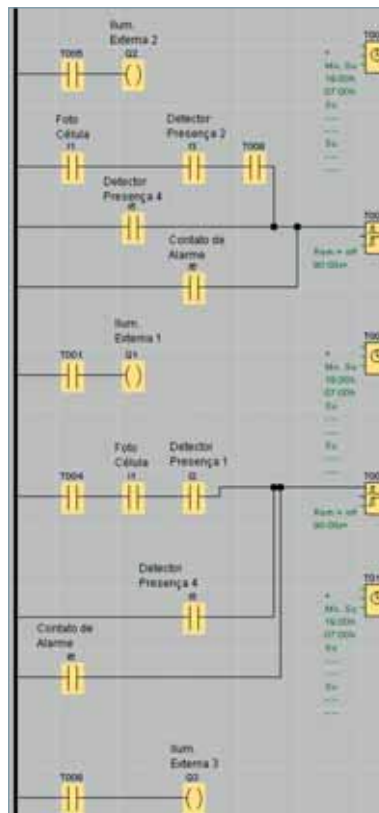
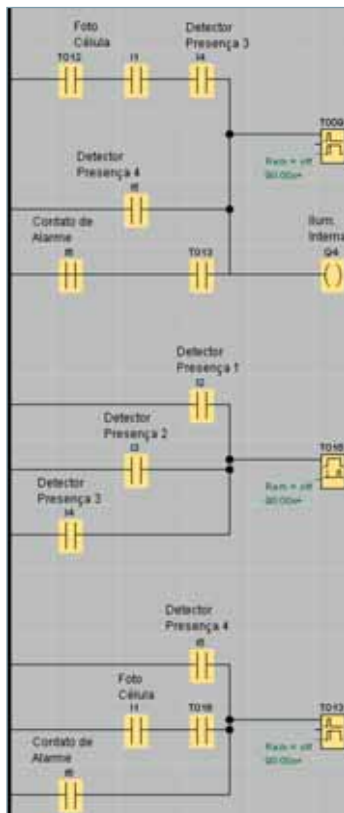
Esse período é ajustado no temporizador semanal como segue: (7:00 e 19:00).

O sensor fotocélula (I1) garante que a iluminação externa é acionada somente no período noturno.

Um quarto detector de presença é conectado a entrada I5, que independentemente da hora do dia, liga a iluminação externa por
90 segundos.

A iluminação externa é também acionada através de um contato de alarme (I6) por 90 segundos.

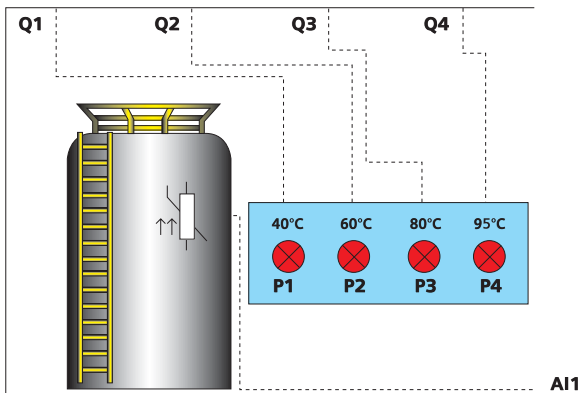
Após o desligamento da iluminação externa, a iluminação interna é ligado por 90 segundos. Através do detector de presença (I5) e do contato de alarme, a iluminação interna é imediatamente ligada por 90 segundos.

Sensor
foto célula
Detector de
presença 4
Detector de
presença 1
Detector de
presença 3
Detector de
presença 2
Iluminação
interna
Iluminação
externa 3
Iluminação
externa 2
Iluminação
externa 1

Veja a seguir a lógica feita no LOGO! Soft Comfort.

Parte 1

Indicadores de temperatura utilizando lâmpadas

Descrição de funcionamento:

A temperatura dentro de um tanque deve ser mostrada através de lâmpadas fixadas no painel.

O intervalo de medição é de 0...95° C representando 0...9,5V. As quatro lâmpadas P1 até P4 são utilizadas para indicar a temperatura do tanque.

Veja a seguir o diagrama da lógica desenvolvida no LOGO! Soft Comfort.

Neste exemplo de lógica estamos utilizando o bloco de interruptor por valor analógico por quarto vezes.

O bloco de interruptor por valor analógico tem como função ligar ou desligar uma saída digital de acordo com os valores analógicos parametrizados dentro do bloco.

Veja algumas explicações sobre este bloco.

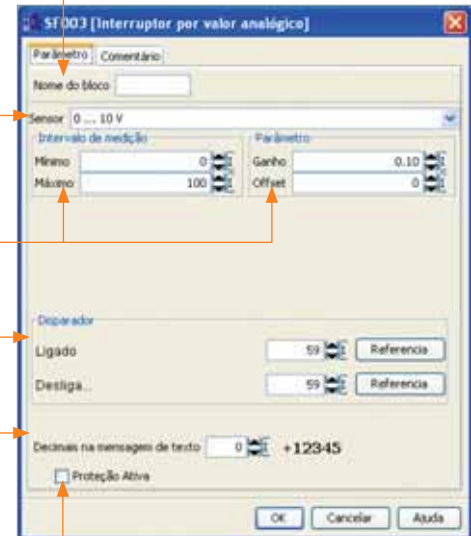
Inserir um nome qualquer para o bloco

Escolha o tipo de sensor (0..10V_0/4..20mA_PT100 ou sem sensor)

Defina o intervalo de medição, bem como os valores de ganho e offset*

Determine os valores analógicos que a saída digital irá ligar e desligar

Seleção de números de casas decimais que serão mostradas na mensagem de texto.

Habilita a proteção de edição de parâmetros via display integrado do LOGO!

*O LOGO! sempre converte um sinal elétrico em um sinal analógico de 0 a 1000.
A tensão de 0 a 10V, por exemplo, da entrada AI1 é transformada internamente no intervalo de valores de 0 a 1000.

Se o valor de tensão exceder os 10V é sempre mostrado o valor 1000.

Em alguma aplicações não é possível operar com o valor de 0 a 1000, então, é possível multiplicar os valores por um ganho e/ou alterar o valor inicial de operação (offset).

Dessa forma o usuário consegue operar com o valor analógico proporcional ao da variável de processo atual.

Parâmetro	**Mínimo**	**Máximo**
Tensão de entrada (V)	0	≥10
Valor interno	0	1000
Ganho	-10.00	+10.00
Offset	-10000	+10000

Observe alguns tipos de cálculos utilizando o ganho e o offset:

Regra matemática:

Valor atual (Ax)

Ax = (valor interno da entrada Ax x ganho) + offset

O ganho e o offset são calculados baseados nos valores mínimos de máximos da função.

Exemplo 1:

Um sensor termopar possui o seguinte dado técnico: -30 a 70 C, 0 a 10V (no LOGO! corresponde de 0 a 1000).

Aplicando a fórmula...

Ax = (valor interno da entrada Ax x ganho) + offset, portanto

-30 = (0 x A) + B, isto é offset B = -30
-70 = (1000 x A) – 30, isto é ganho A = 0.1

Exemplo 2:

Um sensor de pressão converte a pressão de 1000 mbar em sinal de 0V e a pressão de 5000 mbar em sinal de 10V.

Ax = (valor interno da entrada Ax x ganho) + offset, portanto

1000 = (0 x A) + B, isto é offset B = 1000
5000 = (1000 x A) + 1000, isto é ganho A = 4

Plataforma elevatória de carro

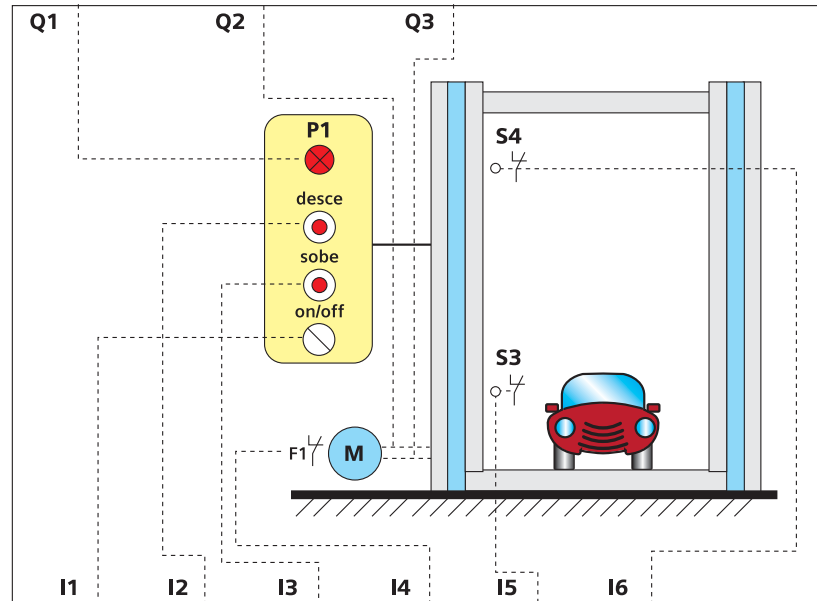
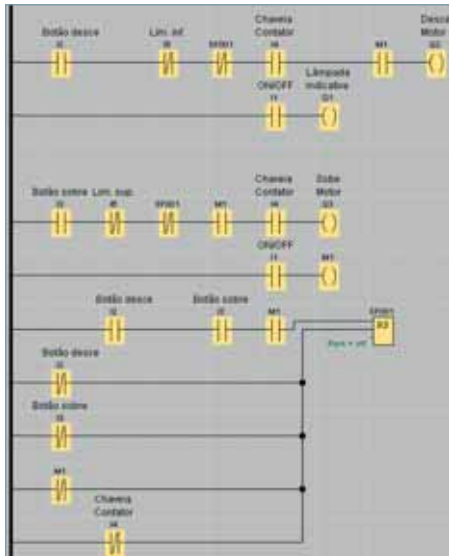
Descrição de funcionamento:

A plataforma elevatória de carro é operada com um motor trifásico. O sistema contém um botão liga/desliga.

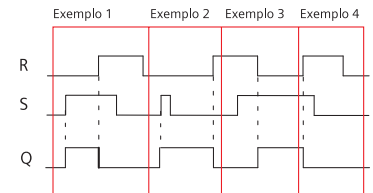
Se o botão S1 é acionado, o motor gira no sentido anti-horário e a plataforma desce até alcançar o limite inferior S3 assim desligando o motor.

O motor gira no sentido horário enquanto o botão S2 é pressionado, e a plataforma sobe até alcançar o limite S4 assim desligando o motor.

É possível pressionar os botões S1 e S2 em qualquer posição da plataforma. Se os botões S1 e S2 forem pressionados ao mesmo tempo, o motor não deve girar ou até mesmo parar imediatamente.

O motor é protegido pelo contator F1.
O estado de operação do sistema é indicado pela lâmpada P1.

Veja a lógica feita no LOGO! Soft Comfort. Nesta lógica foi utilizado um bloco de set-reset (flip-flop).

Veja algumas explicações sobre o bloco.

Esta função pode ligar a saída do bloco através da entrada S, ou desligar a saída do bloco através da entrada R.

Vamos interpretar o gráfico ao lado!

Exemplo 1: Quando a entrada S é ligada a saída Q é acionada.
Se a entrada R é ligada então a saída Q é desacionada.

Exemplo 2: Quando é dado apenas um pulso na entrada S a saída Q é acionada. Se a entrada R é ligada então a saída Q é desacionada.

Exemplo 3: Com a entrada R ainda permanecendo ligada do exemplo 2, se a entrada S for ligada a saída não será acionada. Somente será acionada a saída Q se a entrada R for desligada.

Exemplo 4: Com a entrada S ainda acionada do exemplo 3, se a entrada R for acionada a saída Q será desligada.

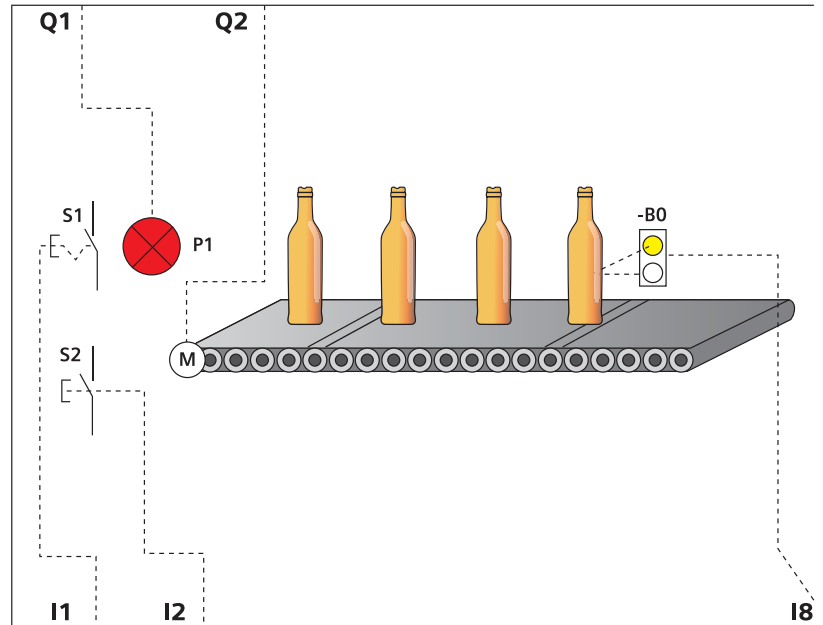
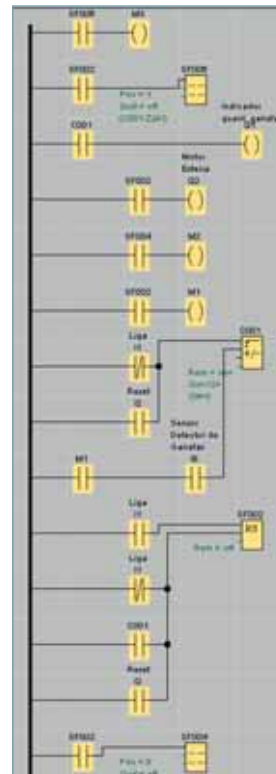
Sistema contador de garrafa

Descrição de funcionamento:

As garrafas colocadas na esteira devem ser contadas.

O sistema é acionado pelo botão S1 e a esteira começa a se mover!

Quando 12 passarem pelo sensor B0, a esteira pára de funcionar.

Se o botão S2 for pressionado o processo volta a funcionar normalmente e a contagem atual volta ao valor zero.

Veja a lógica feita no LOGO! Soft Comfort.

Na lógica temos um bloco contador, observe algumas explicações.

O bloco contador tem como finalidade contar de acordo com os pulsos na entrada Cnt.

A entrada Dir altera o sentido de contagem: crescente ou decrescente.

A entrada R funciona para apagar o valor de contagem, ou seja, levá-lo para zero.Veja que existe o disparo para ligar a saída do bloco ou desligar de acordo com o valor ajustado.

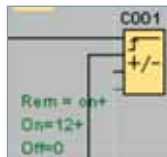
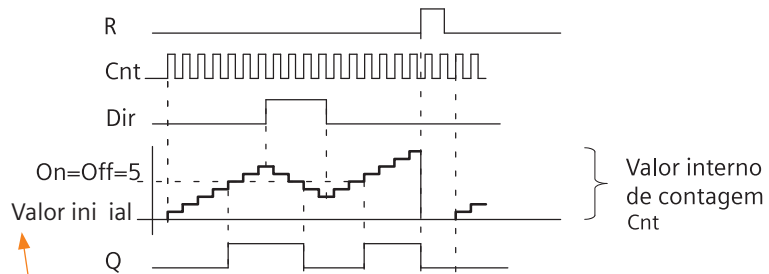
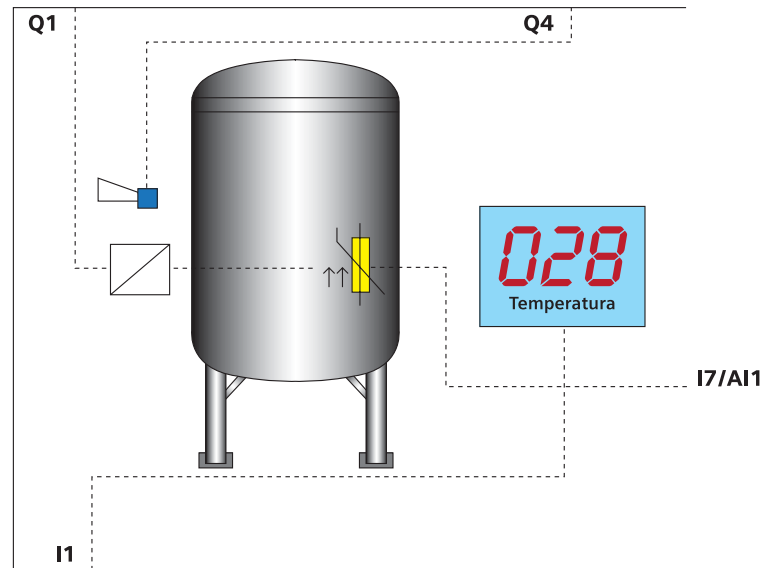



Gráfico de entendimento do contador:

Disparo no ligamento = disparo no desligamento

Monitoramento de temperatura dentro de um tanque

Descrição de funcionamento:

- A temperatura do tanque deve ser monitorada com a lâmpada P1.
- O sensor de temperatura está na parte interna do tanque.
- A forma com que o tanque é aquecido não foi considerado no exemplo.
- A temperatura do tanque é de 0..100°C, medida através da entrada analógica de 0..10V.
- O display do LOGO! é utilizado para ver as mensagens do processo.
- Se a temperatura for menor do que 60°C (59°C), então P1 permanece acesa;
- Se a temperatura estiver entre 61°C e 85°C, então P1 pisca lentamente;
- Se a temperatura estiver entre 86°C e 90°C, então P1 pisca rapidamente;
- Se a temperatura for 90°C ou maior, então P1 apaga e a sirene é ligada.

Veja a lógica feita no LOGO! SoftComfort.

A lógica possui um bloco de mensagem de texto.

Observe algumas explicações do bloco.

Este bloco é possível utilizar até 50 vezes dependendo da versão do seu LOGO!.

(1) A prioridade de uma mensagem de texto significa qual a ordem com que ela será visualizada.
Por exemplo, se a o programa possui 10 mensagens de texto, então a primeira mensagem que será visualizada será a prioridade de número 0 (zero).

(2) A partir do LOGO! 7ª geração, é possível criar 2 tipos de caracteres, ou seja, o usuário pode alternar entre 2 idiomas ex: Inglês, Português.

(3) A partir do LOGO! 7ª geração, é possível animar os textos. Observe que ao lado da tela de cor verde existe uma tela com as mesmas dimensões de cor azul. Esta tela extra de cor azul é possível digitar mais textos e assim escolher qual será a linha que terá a animação com rolagem de texto (linhas 1, 2, 3 ou 4). Além do mais o usuário pode também selecionar se a animação será caracter por caracter ou linha por linha.
(4) A partir do LOGO! 7ª geração, é possível escolher onde a mensagem de texto será visualizada. Apenas no display interno do LOGO! OU no painel externo LOGO! TD OU até em ambos.

(5) Nesta barra existem algumas opções.

O usuário apaga o texto escrito na mensagem.

O usuário pode escolher algum símbolo para ilustrar a mensagem de texto.

O usuário pode inserir uma barra gráfica, ou seja, esta barra pode variar por exemplo de acordo com um valor analógico.

AI O usuário pode inserir um valor analógico na mensagem de texto.

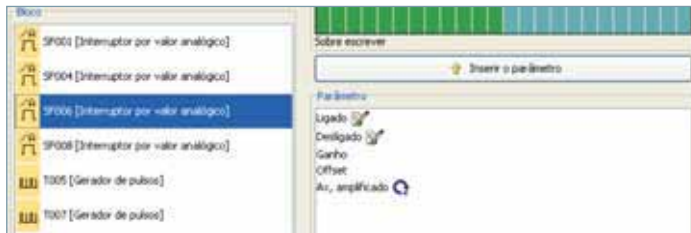
ON/OFF

O usuário pode inserir duas palavras como por exemplo "LIGADO e DESLIGADO",e com isso vincular estas duas palavras com o estado de uma entrada ou saída digital.

Editar manualmente

O usuário visualiza uma tela extra com uma área de "rascunho", ou seja, é possível editar todo o texto para depois transferir para a mensagem de texto oficial que será visualizada no painel integrado do LOGO! ou no painel externo LOGO! TD.

(6) Nesta lista o usuário pode escolher qual parâmetro ele deseja visualizar ou editar dentro da mensagem de texto.

Como exemplo escolheremos o bloco SF006 [Interruptor por valor analógico].
Depois da escolha do bloco, ao lado direito aparece uma lista de opções. Basta optar por qualquer dado disponível (Ligado, Desligado etc...)

Observe que existem alguns símbolos ao lado dos dados, tais como:

 este dado na mensagem de texto é apenas um campo de edição de valores.

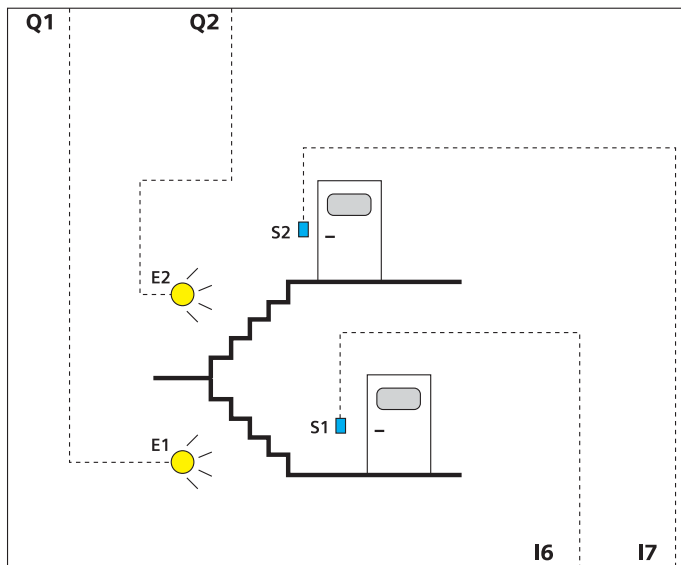
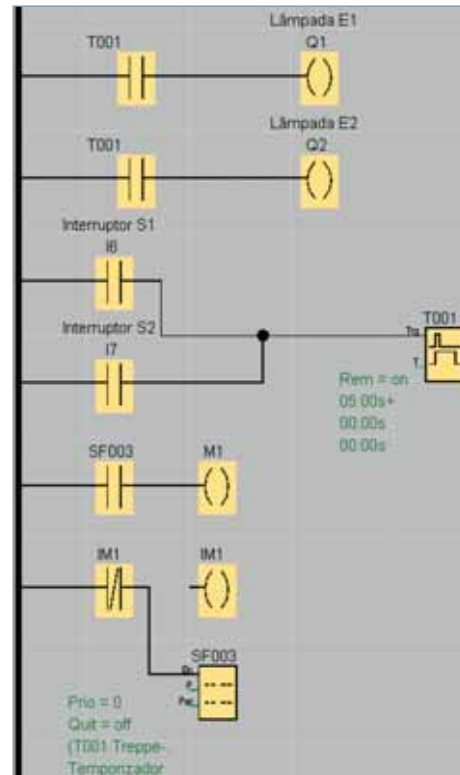
 este dado na mensagem de texto é apenas um campo de visualização de valores.

Os dados de Ganho e de Offset são mostrados na mensagem de texto de forma estática (fixa), pois os mesmos já foram ajustados no bloco pelo usuário.

Para inserir o parâmetro na mensagem de texto basta clicar no botão “Inserir o parâmentro”.

Circuito de minuteria de escadaria

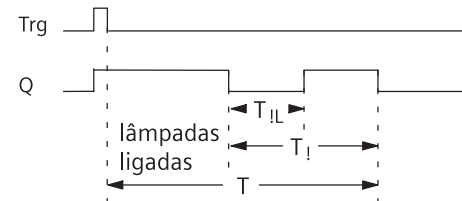
Descrição de funcionamento:

O circuito de minuteria liga as lâmpadas E1 e E2 de dois pontos distintos com os botões S1 e S2. As lâmpadas são desligadas automaticamente de acordo com o tempo ajustado no bloco.

Observe a lógica feita no LOGO! Soft Comfort.

Nesta lógica foi utilizado o bloco "interruptor para luz de escadaria", veja algumas explicações sobre o bloco.

O bloco possui uma entrada Trg que habilita a operação.

T = é o tempo de retardo ao desligar, ou seja, a luz de escadaria permanecerá ligada até o tempo ajustado, após esse tempo as lâmpadas apagarão.

T! = é o tempo que ocorrerá o pré alarme. Este pré alarme existe para avisar que o tempo T esta quase acabando, por exemplo, a lâmpada pode piscar rapidamente uma vez.

T!L = é o tempo de duração do sinal de pré alarme.

Vamos simular o seguinte:

T = 3:00 minutos
T! = 0:20 minutos (20 segundos)
T!L = 0:01 minuto (1 segundo)

Como o T! é igual a 20 segundos então aplicamos a seguinte fórmula (T – T!).

(3 min – 20 seg.) = 2 min. e 40 segundos, este é o tempo do início do pré alarme.

E a duração do pré alarme será de 1 segundo. As lâmpadas voltarão a acender em 2 min. e 41 segundos até expirar o tempo de 3 minutos.

Módulos Lógicos Programáveis LOGO! - Lista de Códigos

LOGO!	BG	Descrição	MLFB
CPUs	LOGO! Puro (sem display)	LOGO! 24o: 24VCC, 8 DI 24VCC (4 AI 0 - 10V), 4 DO 24VCC, 0,3A sem display	6ED1052-2CC00-0BA6
		LOGO! 12 /24RCo: 12/24VCC, 8 DI 12/24VCC (4 AI 0 - 10V), 4 DO relê, 10A sem display	6ED1052-2MD00-0BA6
		LOGO! 24RCo: 24VCA/CC, 8 DI 24VCA/CC, 4 DO relê, 10A sem display	6ED1052-2HB00-0BA6
		LOGO! 230RCo: 115/230VCA/CC, 8 DI 115/230VCA/CC, 4 DO relê, 10A sem display	6ED1052-2FB00-0BA6
	LOGO! Básico	LOGO! 24: 24VCC, 8 DI 24VCC (4 AI 0 - 10V), 4 DO 24VCC, 0,3A	6ED1052-1CC00-0BA6
		LOGO! 12 /24RC: 12/24VCC, 8 DI 12/24VCC (4 AI 0 - 10V), 4 DO relê, 10A	6ED1052-1MD00-0BA6
		LOGO! 24RC: 24VCA/CC, 8 DI 24VCA/CC, 4 DO, 10A	6ED1052-1HB00-0BA6
		LOGO! 230RC: 115/230VCA/CC, 8 DI 115/230VCA/CC, 4 DO relê, 10A	6ED1052-1FB00-0BA6
Módulos de Expansão	Módulos Digitais DMB	LOGO! DM8 24: 24VCC, 4 Entradas 24VCC, 4 Saídas 24VCC, 0,3A	6ED1055-1CB00-0BA0
		LOGO! DM8 12/24R: 12/24VCC, 4 Entradas 12/24VCC, 4 Saídas relê, 5A	6ED1055-1MB00-0BA1
		LOGO! DM8 24R: 24VCA/CC, 4 Entradas 24VCA/CC, 4 Saídas relê, 5A	6ED1055-1HB00-0BA0
		LOGO! DM8 230R: 115/230VCA/CC, 4 Entr. 115/230VCA/CC, 4 Saídas relê, 5A	6ED1055-1FB00-0BA1
	Módulos Digitais DM16	LOGO! DM16 24: 24VCC, 8 Entradas 24VCC, 8 Saídas 24VCC, 0,3A	6ED1055-1CB10-0BA0
		LOGO! DM16 24R: 24VCC, 8 Entradas 24VCC, 8 Saídas relê, 5A	6ED1055-1NB10-0BA0
		LOGO! DM16 230R: 115/230VCA/CC, 8 Entr. 115/230VCA/CC, 8 Saídas relê, 5A	6ED1055-1FB10-0BA0
	Módulos Analógicos	LOGO! AM2: 12/24VCC, 2 Entradas 0..10V ou 0..20mA, resol. 10bit	6ED1055-1MA00-0BA0
		LOGO! AM2 PT 100: 12/24VCC, 2 Entradas PT 100, -50 a 200°C, resol. 0,25°C	6ED1055-1MD00-0BA0
		LOGO! AM2 AQ: DC 24V, 2AQ, 0-10V, 4-20mA (nova saída, também em corrente)	6ED1055-1MM00-0BA1
	Módulos de Comunicação	LOGO! CM AS-i: Módulo de comunicação escravo AS-interface (4DI/4DO)	3RK1400-0CE10-0AA2
		LOGO! CM KNX/EIB: Módulo de comunicação instabus EIB (16DI/8AI/12DO)	6BK1700-0BA00-0AA1

LOGO!	BG	Descrição	MLFB
Outros Cad.	IHM	LOGO! TD - Inclui cabo para conexão à CPU / alimentação 12 VDC ou 24VAC/VDC	6ED1055-4MH00-0BA0
	LOGO! Contact	Contator 24V p/ cargas resistivas até 20A e motores até 4kW (3NA+1 NF)	6ED1057-4CA00-0AA0
		Contator 230V p/ cargas resistivas até 20 A e motores até 4kW (3NA+1 NF)	6ED1057-4EA00-0AA0
	Outros	Módulo de memória para LOGO! 0BA6 (cor: violeta) - para duplicar ou proteger programas	6ED1056-1DA00-0BA0
		Módulo de bateria para LOGO! 0BA6 (cor: verde) - para manter o relógio da CPU por 2 anos	6ED1056-6XA00-0BA0
		Módulo combinado de bateria + memória para LOGO! 0BA6 (cor: marrom)	6ED1056-7DA00-0BA0
		Cabo de programação para PC - Versão RS232	6ED1057-1AA00-0BA0
		Cabo de programação para PC - Versão USB	6ED1057-1AA01-0BA0
		Kit Montagem em Porta - largura de uma CPU	6AG1057-1AA00-0AA0
		Kit Montagem em Porta com teclas - largura de uma CPU	6AG1057-1AA00-0AA3
		Kit Montagem em Porta - largura de uma CPU + 2 unidades DM8	6AG1057-1AA00-0AA1
		Kit Montagem em Porta com teclas - largura de uma CPU + 2 unidades DM8	6AG1057-1AA00-0AA2
		Cabo adaptador para conexão do LOGO! a um modem de linha fixa (para Teleservice)	6ED1057-1CA00-0BA0
		Simulador de Entradas para LOGO! de 12 ou 24V	6AG1057-1AA02-0AA0
		LOGO! Prom: lê e grava módulos de memória do LOGO! 0BA6	6AG1057-1AA01-0BA6
		LOGO! Upmiter 1,25A - Gera 24VDC estável na saída com 8 a 59 VDC na entrada	6AG1053-1AA00-2AA0
		Kit Modem GSM INSYS Compact BOX: modem, antena, cabo de comunicação com LOGO! e cabo serial para programação do modem	6ED1054-3CA10-0YB1
	Starter Kits	LOGO! News Box com LOGO! 12/24RC 0BA6, cabo USB, software e manual em Inglês	6ED1057-3BA00-0BA5
		LOGO! News Box com LOGO! 230RC 0BA6, cabo USB, software e manual em Inglês	6ED1057-3AA02-0BA0
		LOGO! TD NewsBox c/ LOGO! 12/24RCo 0BA6, LOGO! TD, cabo de programação USB, cabo para conexão da TD à CPU, software e manual em Inglês	6ED1057-3BA10-0BA0

18

Seccionadores Tripolares e Comutadores para Medição

Seccionadores Principais

A Norma IEC 60 204 1 estabelece que cada máquina deve estar equipada com um seccionador principal de acionamento manual, que deslígue totalmente o equipamento elétrico durante o período em que são realizados os trabalhos de limpeza , manutenção ou reparação, bem como também durante as paradas prolongadas, para garantir sua separação galvânica da rede de alimentação. A Norma DIN EN 60 204 1 especifica os valores designados mínimos com os quais este seccionador deve contar.

A capacidade de abertura do seccionador principal deve ser suficiente para interromper a corrente para rotor bloqueado do maior motor instalado na máquina, mas a soma das correntes designadas de todos os demais equipamentos consumidores da mesma, motores ou não. Esta intensidade de corrente deve ser dimensionada conforme a categoria de serviço AC23, "Chaveamento de motores ou outras cargas altamente indutivas."

O acionamento manual do seccionador será acessível a todo momento (nunca atrás de uma porta), a menos que se trate de um seccionador com disparo à distância. O acionamento deverá estar localizado a uma altura entre 0,60 e 1,90 m com referência ao nível do acesso.

Os seccionadores principais devem cumprir com a especificação de corte seguro, como seccionador conforme IEC 60 947 3, ou seja,:

- O corte de cada uma das vias de corrente deve ter uma distância dielétrica segura, e deve ser clara e confiavelmente sinalizada por um indicador de conexão para garantir a segurança das pessoas.
- Deverão poder ser acionados manualmente e terão somente uma posição de fechamento e abertura, posições que estarão claramente marcadas como I e O.
- A posição desligado somente será indicada quando todos os contatos tiverem sido separados alcançando a distância de seccionamento especificada mínima.
- Todas as partes do seccionador que estiverem sob tensão quando o seccionador estiver desligado devem estar cobertas (terminais de entrada deverão contar com uma cobertura protetora).
- O acionamento será de cor preta e em sua posição de abertura deverá permitir seu encravamento ou bloqueio por meio de um cadeado.

FOTO 14.1 SECCIONADOR PRINCIPAL 5TW

FOTO 14.1 SECCIONADOR DE EMERGÊNCIA

- Todas as vias de corrente serão acionadas simultaneamente quando tratar-se de um interruptor tetrapolar, o quarto pólo fechará antes que os principais e abrirá depois deles.

Seccionadores de Emergência

Caso existam circunstâncias de perigo para pessoas ou dano para a instalação, as partes perigosas da máquina (ou esta em sua totalidade) deverão ser tiradas de serviço da maneira mais rápida possível acionando a instalação de emergência.

- O seccionador de emergência deverá cumprir com todos os requisitos de um interruptor principal, mas além disso, deverá ser claramente identificável por seu acionamento de cor vermelha instalado sobre uma superfície de contraste amarela (veja foto 14.2).
- O seccionador de emergência não somente será acessível, mas também sempre será visível pelo operador da máquina.
- O seccionador de emergência pode interromper diretamente o circuito de alimentação do motor, ou por meio de circuitos auxiliares que atuam no circuito de comando à distância.
- Poderão ser colocados até três cadeados no acionamento.

Se forem utilizados contatos auxiliares, deverão ser de ação forçada normal fechados (NC).

Seccionadores Manuais para a Partida de Motores

Os contatos auxiliares deverão sinalizar a posição dos contatos principais.

Os contatos auxiliares comutarão sempre antes que os principais, permitindo assim realizar combinações de segurança.

Seccionadores de Manutenção

Quando devem ser realizadas tarefas de manutenção em áreas da fábrica afastadas do painel de controle, ou quando a visão da área de trabalho apresentar obstáculo, é conveniente instalar um interruptor de manutenção no local.

Um seccionador de manutenção é aquele que reúne todas as características de um interruptor de emergência, colocado dentro de uma caixa com um grau de proteção IP 65 adequado para sua instalação na fábrica fora da proteção de uma sala de controle. Desta forma, o operador encarregado de realizar a

Valores designados, cargas trifásicas 400 V				Interruptor no fundo, acionamento na porta	Interruptor e acionamento na frente do armário
Intensidade	Potência designada				
AC-21	AC-23	AC-3			
A	kW	kW	CV		
16	7,5	5,5	7,5	-	5TW3 020-1
25	9,5	7,5	10	-	5TW3 025-1
32	11,5	9,5	12,5	5TW3 032-2	5TW3 032-1
63	22	18,5	25	5TW3 063-2	5TW3 063-1
100	37	30	40	5TW3 100-2	5TW3 100-1
125	45	37	50	5TW3 125-2	5TW3 125-1

FOTO 14.2 Resumo de Seleção de Seccionadores Principais

Valores designados, cargas trifásicas 400 V				Interruptores em caixa IP 65	
Intensidade	Potência designada			Três pólos	Seis pólos
AC-21	AC-23	AC-3		Para partidas diretas	Partidas estrela-triângulo
A	kW	kW	CV		
16	7,5	5,5	7,5	5TW3 025-CX	-
25	9,5	7,5	10	5TW3 032-CX	-
32	11,5	9,5	12,5	5TW3 040-CX	-
63	22	18,5	25	5TW3 063-CX	-
100	37	30	40	5TW3 100-CX	-
125	45	37	50	5TW3 125-CX	-

FOTO 14.3 Resumo de Seleção de Seccionadores de Emergência

tarefa além de desligar a energia do motor no centro de controle de motores, pode fazer o seccionamento localmente junto ao motor e colocar um cadeado que lhe garanta segurança durante o desenvolvimento de seu trabalho.

Se o motor estiver ligado conforme um esquema estrela-triângulo, deverão ser cortados por meio de um seccionador de manutenção os seis condutores de energia.

Auto-avaliação

1. Um seccionador de emergência deve poder cortar a corrente total da máquina controlada – verdadeiro ou falso?
2. O seccionador de manutenção tem o acionamento de cor preta – verdadeiro ou falso?
3. A caixa de um seccionador de manutenção resiste a jatos de água – verdadeiro ou falso?

Respostas na página 189

Apêndice

Tipo de conexão de aterramento

Para classificar os diferentes esquemas de conexão de aterramento em baixa tensão, é utilizada a seguinte simbologia:

- **Primeira Letra:** designa a situação do neutro da instalação referente ao condutor de aterramento (fio terra).
  T = neutro está conectado diretamente à terra.
  I = Todas as partes vivas estão isoladas em relação à terra, ou, o neutro está vinculado à terra por uma impedância de alto valor.

- **Segunda Letra:** indica a situação das massas da instalação elétrica com relação à terra.
  T = massas conectadas diretamente à terra.
  N = massas conectadas ao ponto de alimentação aterrado, geralmente ao neutro.

  Entende-se por massa, o fio terra de um equipamento elétrico ou a parte condutora de um material ou equipamento elétrico, suscetível de ser tocada e que normalmente não está sob tensão, mas pode estar em caso de defeito ou falta.

- **Terceira ou quarta Letras (eventuais):** indica a situação do condutor de neutro com relação ao condutor de proteção (PE)
  S = o condutor Neutro está separado do condutor PE.
  C = as funções de neutro e proteção estão combinadas por um só condutor (PEN), situação combinada.

Esquema TN-C, TN-S e TN-C-S

Nestes esquemas, o neutro está conectado à terra e as massas das cargas são conectadas à terra por meio do condutor de proteção PE ou do condutor PEN.

Com estes tipos de conexão, as correntes de fuga à terra são similares às de curto-circuito entre fases e neutro, portanto, para a detecção de fugas à terra é permitido utilizar dispositivos de proteção de sobrecorrentes. Por este motivo, não é recomendável em locais com risco de incêndio.

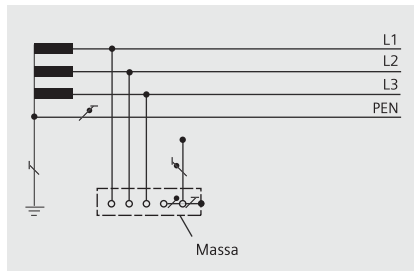



FIG. 1 ESQUEMA TN-C

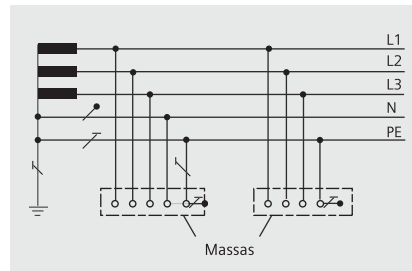



FIG. 2 ESQUEMA TN-S

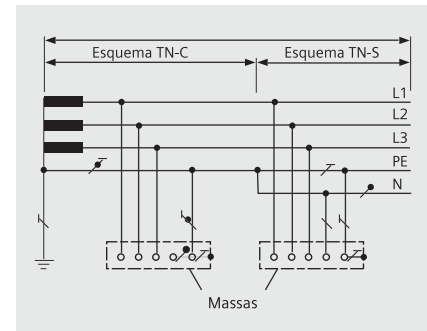



FIG. 3 ESQUEMA TN-C-S

Esquema TT
Nesta configuração, o neutro é conectado a um aterramento chamado Aterramento da alimentação e as massas das cargas são conectadas diretamente a terra em outro aterramento (eletrodos distintos do anterior). Ambos aterramentos devem estar suficientemente separados para evitar os riscos de transferência de potenciais.

No esquema TT, a corrente de fuga à terra está limitada por:
- Resistência do eletrodo de aterramento de neutro;
- Resistência do eletrodo de aterramento dos fios terra ou do condutor de proteção (PE);
- Resistência dos condutores (de fase, neutro e de proteção e a resistência da própria terra por onde é fechado o circuito da falta).

As correntes de fuga à terra em um esquema TT são muito inferiores àquelas de curto-circuito, portanto não é permitido detectar correntes de fuga com dispositivos de proteção de sobrecorrentes. Neste caso devem ser utilizados dispositivos de detecção de correntes diferenciais, conhecidos normalmente como dispositivos DR.

FIG. 4 ESQUEMA TT

FIG. 5 ESQUEMA IT

Esquema IT
O esquema IT implementa-se isolando o sistema de alimentação ao de aterramento ou conectando um ponto, geralmente o neutro, por meio de uma impedância elevada. Além do mais as massas (condutores de aterramento ou partes condutoras acessíveis da instalação) devem ser aterradas seja individualmente, por grupos ou coletivamente.

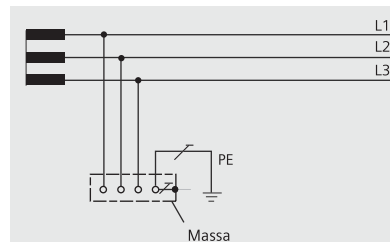
No esquema IT podem ser utilizados os seguintes dispositivos de proteção e controle:
- Controladores ou monitores de isolamento
- Dispositivos de proteção contra as sobrecorrentes
- Dispositivos de proteção de corrente diferencial
- Dispositivos de busca de defeitos

Condutor termoplástico de PVC		
Seção	**2 condutores mais o PE**	**3 condutores mais N + PE**
1,5 mm^2	15 A	14 A
2,5 mm^2	21 A	18 A
4 mm^2	28 A	25 A
6 mm^2	36 A	32 A
10 mm^2	50 A	44 A
16 mm^2	66 A	59 A
25 mm^2	88 A	77 A
35 mm^2	109 A	96 A
50 mm^2	131 A	117 A
70 mm^2	167 A	149 A
95 mm^2	202 A	180 A

TABELA 1 INTENSIDADE DE CARGA ADMISSÍVEL PARA CABOS INSTALADOS EM CANOS EMBUTIDOS PARA TEMPERATURA AMBIENTE DE 40°C (TABELA AEA 771.16 1)

Condutor termoplástico de PVC										
Temperatura ambiente	15°C	20°C	25°C	30°C	35°C	40°C	45°C	50°C	55°C	60°C
Fator	1,34	1,29	1,22	1,15	1,08	1,00	0,91	0,82	0,70	0,57

TABELA 2 FATOR DE CORREÇÃO POR TEMPERATURA AMBIENTE DIFERENTE A 40°C (TABELA AEA 771.16.11.A)

Circuitos em um conduto	Nro. de condutores carregados	Fator	Aplicar valores
2 monofásicos	Hasta 4	0,80	2x + PE
3 monofásicos	Hasta 6	0,70	2x + PE
2 trifásicos	Hasta 6	0,80	3x + N + PE
3 trifásicos	Hasta 9	0,70	3x + N + PE

TABELA 3 FATOR DE CORREÇÃO POR AGRUPAMENTO DE CIRCUITOS EM UM ANO (TABELA AEA771.16.11.B)

Correntes admissíveis para cabos flexíveis a 40 °C		
Quantidade de condutores	Seção	Corrente admissível
3x	2,5 mm^2	16 A
4x	2,5 mm^2	16 A
5x	2,5 mm^2	16 A
3x	4 mm^2	22 A
4x	4 mm^2	22 A
5x	4 mm^2	22 A
3x	6 mm^2	30 A
4x	6 mm^2	30 A
5x	6 mm^2	30 A
3x	10 mm^2	40 A
4x	10 mm^2	40 A
5x	10 mm^2	40 A

TABELA 4 CORRENTES ADMISSÍVEIS PARA CABOS E CORDÕES FLEXÍVEIS (TABELA AEA 771.16.XI)

Motores monofásicos assíncronos con rotor em gaiola de esquilo; 4 pólos, 3x 400 V, 50 Hz								
Potência	Corrente	Corrente de Partida	Conjugado Cn	Conjugado de Partida Cp/Cn	Velocidade	Rendimento	Cos φ	Tamanho
kW	CV	A		Nm	1/min	%		
0,18	1/4	4,7	2,4	1,05	1350	0,54	0,55	71 S
0,25	1/3	7,4	3,7	1,37	1350	0,56	0,57	71 M
0,37	1/2	9,4	4,7	2,06	1370	0,63	0,63	71 M
0,55	3/4	13,2	6,6	3,10	1395	0,66	0,65	80 M
0,75	1	16,2	8,1	4,14	1395	0,69	0,65	80 M
1,1	1,5	20,0	10	6,21	1415	0,72	0,68	90 S
1,5	2	27,6	13,8	8,28	1420	0,72	0,77	90 L
2,2	3	35,0	17,5	12,4	1420	0,74	0,83	100 L

TABELA 5 ALGUNS VALORES NOMINAIS DE MOTORES ASSÍNCRONOS MONOFÁSICOS
ESTES SÃO VALORES NOMINAIS DE MOTORES MONOFÁSICOS ASSÍNCRONOS COM ROTOR EM GAIOLA DE ESQUILO DE 4 PÓLOS (15001/MIN), PARA CONECTAR EM REDES DE 1X230 V, 50 HZ, DE FABRICAÇÃO SIEMENS DE ÚLTIMA GERAÇÃO. PARA MOTORES DE OUTRA VELOCIDADE, OUTRO FABRICANTE OU OUTRA GERAÇÃO, OS VALORES MUDAM.

Motores trifásicos assíncronos com rotor en gaiola de esquilo; 4 pólos, 3x 400 V, 50 Hz									
Potência		Corrente	Corrente de Partida	Conjugada	Conjugada de Partida	Velocidade	Rendimento	Cos φ	Tamanho
kW	CV	A		Nm		Nm	%		
0,06	1/12	0,20	2,6	0,42	1,9	1350	0,56	0,77	56 M
0,09	1/8	0,29	2,6	0,64	1,9	1350	0,58	0,77	56 M
0,12	1/6	0,42	2,8	0,85	1,9	1350	0,55	0,75	63 M
0,18	1/4	0,56	3,0	1,30	1,9	1350	0,60	0,77	63 M
0,25	1/3	0,76	3,0	1,80	1,9	1350	0,60	0,79	71 M
0,37	1/2	1,03	3,3	2,60	1,9	1370	0,65	0,80	71 M
0,55	3/4	1,45	3,9	3,80	2,2	1395	0,67	0,82	80 M
0,75	1	1,86	4,2	5,10	2,3	1395	0,72	0,81	80 M
1,1	1,5	2,55	4,6	7,40	2,3	1415	0,77	0,81	90 S
1,5	2	3,40	5,3	10	2,4	1420	0,79	0,81	90 L
2,2	3	4,70	5,6	15	2,5	1420	0,82	0,82	100 L
3	4	6,40	5,6	20	2,7	1420	0,83	0,82	100 L
4	5,5	8,20	6,0	27	2,7	1440	0,85	0,83	112 M
5,5	7,5	11,4	6,3	36	2,5	1455	0,86	0,81	132 S
7,5	10	15,2	6,7	49	2,7	1455	0,87	0,82	132 M
9,2	12,5	19,0	6,7	61	2,7	1455	0,87	0,82	132 L
11	15	21,5	6,2	72	2,2	1460	0,885	0,84	160 M
15	20	28,5	6,5	98	2,6	1460	0,900	0,84	160 L
18,5	25	35,0	7,5	121	2,3	1460	0,905	0,83	180 M
22	30	41,0	7,5	144	2,3	1460	0,912	0,84	180 L
30	40	55,0	7,0	196	2,6	1465	0,918	0,86	200 L
37	50	66,0	7,0	240	2,8	1470	0,929	0,87	225 S
45	60	80,0	7,7	292	2,8	1470	0,934	0,87	225 M
55	75	100	6,1	355	2,4	1480	0,935	0,85	250 M
75	100	136	7,1	482	2,5	1485	0,942	0,85	280 S
90	125	160	7,4	579	2,5	1485	0,946	0,86	280 M

TABELA 6 COMPENSAÇÃO FIXA DE MOTORES ASSÍNCRONOS TRIFÁSICOS. ESTES SÃO VALORES CALCULADOS PARA MOTORES TRIFÁSICOS ASSÍNCRONOS COM ROTOR EM GAIOLA DE ESQUILO DE FABRICAÇÃO SIEMENS DE ÚLTIMA GERAÇÃO PARA UMA COMPENSAÇÃO PRÓXIMA A COS. 2 0,95. PARA MOTORES DE OUTRA VELOCIDADE, OUTRO FABRICANTE OU OUTRA GERAÇÃO, COMO OS VALORES DO COS. MUDAM; TAMBÉM MUDAM OS VALORES DESIGNADOS DOS CONDENSADORES DE COMPENSAÇÃO.

Potência reativa Q de capacitores trifásicos necessária para compensar motores							
Potência		2 pólos - 3000 1/min		4 pólos - 1500 1/min		6 pólos - 1000 1/min	
		Cos φ	Capacitor	Cos φ	Capacitor	Cos φ	Capacitor
kW	CV		kvar		kvar		kvar
1,1	1,5	0,87		0,81		0,77	0,5
1,5	2	0,85		0,81	0,5	0,75	0,75
2,2	3	0,85	0,5	0,82	0,75	0,78	1,0
3	4	0,85	0,75	0,82	1,0	0,76	1,5
4	5,5	0,86	1,0	0,83	1,25	0,76	2,0
5,5	7,5	0,89	1,0	0,81	2,0	0,76	2,5
7,5	10	0,89	1,25	0,82	2,5	0,74	4,0
9,2	12,5	0,89	1,5	0,82	3,0	_	_
11	15	0,88	2,0	0,84	3,5	0,76	5,0
15	20	0,90	2,0	0,84	4,0	0,77	7,5
18,5	25	0,91	2,0	0,83	6,0	0,77	7,5
22	30	0,88	4,0	0,84	7,0	0,77	10
30	40	0,89	5,0	0,86	7,5	0,77	15
37	50	0,89	7,0	0,87	7,5	0,83	12,5
45	60	0,89	7,5	0,87	10	0,85	10
55	75	0,88	10	0,85	15	0,86	12,5
75	100	0,88	15	0,85	20	0,84	20
90	125	0,89	15	0,86	20	0,84	25

TABELA 7 COMPENSAÇÃO FIXA DE MOTORES ASSÍNCRONOS TRIFÁSICOS
ESTES SÃO VALORES CALCULADOS PARA MOTORES TRIFÁSICOS ASSÍNCRONOS COM ROTOR EM GAIOLA DE ESQUILO DE FABRICAÇÃO SIEMENS DE ÚLTIMA GERAÇÃO PARA UMA COMPENSAÇÃO PRÓXIMA A COS. 2 0,95. PARA MOTORES DE OUTRA VELOCIDADE, OUTRO FABRICANTE OU OUTRA GERAÇÃO, COMO OS VALORES DO COS. MUDAM, TAMBÉM MUDAM OS VALORES DESIGNADOS DOS CONDENSADORES DE COMPENSAÇÃO.

Potência nominal	Corrente secundária	Corrente de curto-circuito conforme a tensão de curto-circuito		
Sn	Sn2	Ucc= 6%	Ucc= 5%	Ucc= 4%
100 kVA	145 A	2,4 kA	2,9 kA	3,6 kA
160 kVA	235 A	3,9 kA	4,7 kA	5,9 kA
250 kVA	365 A	6,1 kA	7,3 kA	9,1 kA
315 kVA	455 A	7,6 kA	9,1 kA	11,4 kA
400 kVA	580 A	9,6 kA	11,6 kA	14,5 kA
500 kVA	725 A	12,0 kA	14,5 kA	18,1 kA
630 kVA	910 A	15,1 kA	18,2 kA	22,8 kA
800 kVA	1160 A	19,3 kA	23,2 kA	29,0 kA
1000 kVA	1450 A	24,1 kA	29,0 kA	36,3 kA

TABELA 8 VALOR EFICAZ DA SUPOSTA CORRENTE DE CURTO-CIRCUITO EM TERMINAIS DE UM TRANSFORMADOR TRIFÁSICO DE DISTRIBUIÇÃO. ESTES SÃO VALORES TEÓRICOS E INDICAM OS MÁXIMOS POSSÍVEIS.

Respostas

Capítulo 1

Motores Trifásicos de Rotor de Gaiola

1. 1455 1-min em 50 Hz 1755 1-min em 60 Hz, então 4 pólos
2. 7,5 kW – 0,735 kW-CV, aproximadamente 10 CV
3. Algo mais de 7,5 kW (neste caso rendimento 0,87, então 4.8,62 kW
4. FS 1,1, então 7,5 kW x 1,1 8,25 kW ou 10 CV x 1,1 11 CV
5. 230 – 400 V, então NÃO
6. IM B3, então horizontal
7. IM B3, então com pés
8. Tamanho 132 M, então aproximadamente 2 x 132 264 mm, IP55, então SIM

Capítulo 2

Fusíveis

1. Verdadeiro
2. Verdadeiro
3. Falso, para isso estão os fusíveis ultra-rápidos SITOR de características aR ou gR
4. Falso, um fusível NÃO DEVE SER consertado
5. Verdadeiro
6. Verdadeiro
7. Verdadeiro
8. Verdadeiro

Capítulo 3

Disjuntores Termomagnéticos

1. Verdadeiro
2. Falso
3. Falso
4. Verdadeiro
5. Falso
6. Falso, são testados conforme protocolos diferentes
7. Verdadeiro
8. Verdadeiro
9. Verdadeiro
10. Verdadeiro, dentro de certos limites

Capítulo 4

Dispositivo Diferencial Residual (DR)

1. Falso. São necessários de Idn 300 mA
2. Falso
3. Verdadeiro
4. Falso
5. Falso
6. Falso
7. Falso
8. Verdadeiro
9. Falso
10. Verdadeiro
11. Verdadeiro
12. Verdadeiro
13. Verdadeiro
14. Verdadeiro
15. Verdadeiro

Capítulo 5
Dispositivos de Proteção contra Surtos - DPS

1. Quando houver um sistema de pára-raios instalado, se houver cabos de alimentação aérea sobre o teto ou se houver uma antena no teto
2. Este tipo de exigência cumpre com a norma EN 61643 1
3. Falso. Porque a energia da sobretensão induzida e a corrente de impulso são muito maiores do que pode descarregar um DPS com forma de onda 8-20 s
4. Entre LPZ 0A e LPZ 1 e entre LPZ 0A e LPZ 2
5. Sim, porque a queda de um raio pode afetar um raio de até 1,5 km

Capítulo 6
Contatores Tripolares

1. AC - 3
2. Para todos eles
3.
   - Não, limpar com um pano
   - Não, remover com uma pinça e limpar
   - Sim
4. Sim, e se não for possível, verificar seu isolamento utilizando um megômetro
5. Falso, cada contator admite uma quantidade máxima definida
6.
   - Sim
   - Sim
   - Não
7. Falso
8. Verdadeiro
9. Verdadeiro
10. Verdadeiro

Capítulo 7
Relés de Sobrecarga

1. Verdadeiro
2. Falso
3. Verdadeiro
4. Sim
5. Sim
6. Falso, o relé de sobrecarga térmico atua conforme tenha sido regulado
7. Verdadeiro
8. Falso
9. Verdadeiro
10. Verdadeiro, se decorreu o tempo de esfriamento
11. Azul
12. Não, mede a corrente que utiliza da rede e calcula sua temperatura
13.
   - NA Sinalizar falha Relé ativado
   - NF Desconectar a bobina do contator de manobra do motor.

Capítulo 8

Disjuntor Motor

1. Verdadeiro
2. Verdadeiro
3. Verdadeiro
4. Falso, somente alcançam até os 100 A para correntes maiores e até S00A utilizar disjuntores compactos 3VL com disparador eletrônico
5. Verdadeiro para a execução habitual, e é possível obtê-los com Classe 20 para a partida pesada
6. Verdadeiro
7. Verdadeiro
8. Falso
9. Combinando-o com um contator
10. Verdadeiro

Capítulo 10

Combinações de Partida

1. Verdadeiro
2. Falso
3. Verdadeiro, os contatos devem poder desprender-se sem sofrer deformações
4. Verdadeiro
5. Verdadeiro
6. Quando for necessário reset automático
7. Falso
8. Verdadeiro
9. Falso, somente é possível com grandes limitações

Capítulo 9

Partida Direta de Motores Assíncronos Trifásicos

1. Sim
2. Falso
3. Verdadeiro
4. Falso
5. Falso
6. Verdadeiro
7. Falso
8. Falso
9. a. Não
   b. Não
   c. Sim
   d. Sim
   e. Sim
10.

	Acionamento	Proteção de motores	Proteção de aparelhos	Seccionamento
Contator	×			
Fusível			×	
Disjuntor-motor	×	×	×	×
Seccionadora				×
Sensor PTC		×		
Relé de sorbrecarga		×		

Capítulo 11

Partidas Reversoras

1. Verdadeiro
2. Verdadeiro
3. Falso, é utilizada a AC
4. Verdadeiro
5. Falso
6. Verdadeiro

Página 12

Partida Estrela-Triângulo (tensão reduzida)

1. Verdadeiro
2. Verdadeiro
3. Verdadeiro
4. Falso, é maior
5. Falso
6. Verdadeiro
7. Falso
8. Verdadeiro
9. Falso
10. Verdadeiro

Capítulo 13

Partida Suaves

1. Verdadeiro
2. Verdadeiro
3. Verdadeiro
4. Falso, somente com o 3RW44
5. Verdadeiro, porém somente na utilização com a coordenação Tipo 1. Para coordenação Tipo 2 são necessários fusíveis ultra-rápidos (gR)
6. Falso, aumentamos a freqüência de manobra
7. Falso
8. Falso
9. Verdadeiro

Capítulo 14

Inversores de Frequência

1. Verdadeiro
2. Verdadeiro
3. Falso, são necessários alternadores com controle vetorial
4. Verdadeiro
5. Falso, utiliza seu torque designado
6. Verdadeiro
7. Verdadeiro
8. Falso, é necessário pelo menos um painel de operação básico (BOP)
9. Falso
10. Falso, de fábrica traz uma parametrização básica

Capítulo 15

Disjuntores em Caixa Moldada

1. Falso
2. Falso
3. Verdadeiro, ambas correspondem ao IEC 60 947 4
4. Verdadeiro, é utilizado somente para fins de seletividade
5. Verdadeiro
6. Falso
7. Verdadeiro, embora não corresponda ao IEC 61 008
8. Verdadeiro
9. Verdadeiro
10. Falso, existem acessórios para isso

Capítulo 16

Dispositivos de Manobra e Controle para Instalações

1. Verdadeiro
2. Falso
3. Verdadeiro
4. Verdadeiro
5. Falso, são conectados à fase
6. Verdadeiro
7. Verdadeiro
8. Verdadeiro
9. Falso, existe um limite
10. Falso, o temporizador não tem contato auxiliar

Capítulo 17

Módulos lógicos programáveis LOGO!

1. Verdadeiro
2. Falso
3. Verdadeiro
4. Verdadeiro
5. Verdadeiro
6. Verdadeiro
7. Falso, é possível programá-lo por meio dos botões em sua parte frontal

Capítulo 18

Seccionadores Tripolares e Comutadores para Medição

1. Verdadeiro
2. Falso
3. Verdadeiro